



*Gestión de riesgos del trabajo aplicados a las actividades de producción de cal en la asociación Cantera Shobol Central*

*Occupational risk management applied to lime production activities at the Shobol Central Quarry Association*

*Gestão de riscos ocupacionais aplicada às atividades de produção de cal na Shobol Central Quarry Association*

Patricia Elizabeth Yantalema-Samaniego <sup>I</sup>  
[pyantalema29@gmail.com](mailto:pyantalema29@gmail.com)  
<https://orcid.org/0009-0000-4885-488X>

Diego Fernando Mayorga-Pérez <sup>II</sup>  
[dmayorga@epoch.edu.ec](mailto:dmayorga@epoch.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-2727-942X>

**Correspondencia:** [pyantalema29@gmail.com](mailto:pyantalema29@gmail.com)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 18 de febrero de 2025 \* **Aceptado:** 11 de marzo de 2025 \* **Publicado:** 23 de abril de 2025

- I. Universidad Nacional de Chimborazo, Maestría en Seguridad Industrial Mención Prevención de Riesgos Laborales, Ecuador.
- II. Escuela de Ingeniería Mecánica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

## Resumen

El carbonato de calcio es esencial en diversas industrias por sus propiedades fisicoquímicas, pero la demanda de cal supera la oferta, creando un déficit. La cal se usa en construcción, metalurgia, agricultura y química, pero su producción conlleva riesgos laborales significativos. El objetivo del estudio fue gestionar los Riesgos laborales en la producción de cal en la Asociación Cantera Shobol Central. La metodología del estudio fue no experimental y transversal, con un diseño descriptivo para examinar la gestión de riesgos laborales. Se desarrolló en tres etapas: análisis de riesgos, identificación de riesgos y desarrollo de medidas de control, utilizando métodos cuantitativos y cualitativos. La población del estudio incluyó a seis trabajadores de una planta de producción de cal. La evaluación de condiciones laborales mediante encuestas reveló que los principales riesgos incluyen altas temperaturas, exposición a polvo, atrapamiento en maquinaria y sobreesfuerzo por manipulación manual de cargas. El análisis estadístico mostró una optimización en la evaluación de riesgos, con una mejora en la agrupación de datos y reducción de la varianza perdida. Los resultados de la estimación de riesgos indicaron que el 35.75 % son moderados, el 50 % son importantes y el 14.29 % son aceptables. En conclusión, se recomienda el uso obligatorio de EPP, ventilación localizada, capacitación y rotación de tareas. La aplicación de estas medidas mejorará la seguridad, salud y eficiencia en la producción de cal, fortaleciendo la sostenibilidad del proceso en la asociación.

**Palabras clave:** Evaluación de riesgos; Ergonomía industrial; Gestión de riesgos laborales, Producción de cal; Seguridad Ocupacional.

## Abstract

Calcium carbonate is essential in various industries for its physicochemical properties, but demand for lime exceeds supply, creating a deficit. Lime is used in construction, metallurgy, agriculture, and chemistry, but its production entails significant occupational hazards. The objective of the study was to manage occupational hazards in lime production at the Shobol Central Quarry Association. The study methodology was non-experimental and cross-sectional, with a descriptive design to examine occupational risk management. It was conducted in three stages: risk analysis, risk identification, and development of control measures, using quantitative and qualitative methods. The study population included six workers at a lime production plant. Surveys of working conditions revealed that the main hazards include high temperatures, exposure to dust, entrapment

in machinery, and overexertion from manual handling of loads. Statistical analysis showed an optimization in risk assessment, with improved data clustering and a reduction in missing variance. The risk assessment results indicated that 35.75% were moderate, 50% were significant, and 14.29% were acceptable. In conclusion, mandatory use of PPE, localized ventilation, training, and job rotation are recommended. The implementation of these measures will improve safety, health, and efficiency in lime production, strengthening the sustainability of the process in the association.

**Keywords:** Risk assessment; Industrial ergonomics; Occupational risk management; Lime production; Occupational safety.

## Resumo

O carbonato de cálcio é essencial em várias indústrias pelas suas propriedades físico-químicas, mas a procura de cal excede a oferta, criando um défice. A cal é utilizada na construção, metalurgia, agricultura e química, mas a sua produção envolve riscos ocupacionais significativos. O objetivo do estudo foi gerir os riscos ocupacionais na produção de cal na Shobol Central Quarry Association. A metodologia do estudo foi não experimental e transversal, com um desenho descritivo para examinar a gestão dos riscos ocupacionais. Foi conduzido em três etapas: análise de risco, identificação de risco e desenvolvimento de medidas de controlo, utilizando métodos quantitativos e qualitativos. A população do estudo incluiu seis trabalhadores numa fábrica de produção de cal. A investigação sobre as condições de trabalho revelou que os principais riscos incluem temperaturas elevadas, exposição a poeiras, aprisionamento em máquinas e esforço excessivo devido ao manuseamento manual de cargas. A análise estatística mostrou uma otimização na avaliação do risco, com um melhor agrupamento dos dados e uma redução da variância em falta. Os resultados da avaliação de risco indicaram que 35,75% foram moderados, 50% foram significativos e 14,29% foram aceitáveis. Concluindo, recomenda-se o uso obrigatório de EPI, ventilação localizada, treino e rotação de funções. A implementação destas medidas aumentará a segurança, a saúde e a eficiência na produção de cal, fortalecendo a sustentabilidade do processo na associação.

**Palavras-chave:** Avaliação de riscos; Ergonomia industrial; Gestão de riscos ocupacionais; Produção de cal; Segurança no trabalho.

## Introducción

En la actualidad, el carbonato de calcio es un insumo de alta demanda en diversas industrias debido a sus múltiples propiedades fisicoquímicas, como su estabilidad térmica, capacidad de neutralización, alta alcalinidad y compatibilidad con distintos procesos productivos (Cuizano, 2023). Su versatilidad lo convierte en un material estratégico para sectores como la construcción, la metalurgia, la industria química y la agricultura. Sin embargo, la demanda de cal, derivada de la calcinación del carbonato de calcio, supera la oferta disponible en el mercado, lo que genera un déficit en el suministro (Soto, 2020). Si bien existen numerosas empresas que operan con hornos artesanales y abastecen principalmente al sector de la construcción, son pocas las compañías que producen cal con especificaciones técnicas avanzadas que cumplen con los requisitos de calidad exigidos por las industrias de mayor escala (Quezada, 2023). Actualmente, la cal se comercializa en dos formas principales: cal viva (óxido de calcio,  $\text{CaO}$ ) y cal hidratada (hidróxido de calcio,  $\text{Ca(OH)}_2$ ), ambas con aplicaciones especializadas en distintos procesos industriales. Su amplio espectro de usos la convierte en un insumo clave en la producción, el tratamiento de materiales y la optimización de procesos en múltiples sectores (Soto, 2020).

Los parámetros más valorados por las industrias usuarias de cal están relacionados con su calidad y especificaciones técnicas, destacándose la granulometría, el contenido de cal útil, y la capacidad de suministro en volúmenes industriales constantes (Viera y Acero, 2022). En el ámbito minero y metalúrgico, la cal desempeña un papel fundamental en el procesamiento de minerales, ya que facilita la flotación diferencial de metales, mejora la eficiencia en la eliminación de impurezas y contribuye a la obtención de concentrados de mayor pureza. Este factor es determinante en la valorización del producto final, ya que influye directamente en el precio de exportación según las fluctuaciones de los mercados internacionales de metales (León y Guillen, 2020). La producción de cal es una actividad industrial fundamental para diversas áreas económicas, debido a su versatilidad y múltiples aplicaciones. En el sector de la construcción, la cal es utilizada en la fabricación de morteros y cementos, mejorando la plasticidad y durabilidad de los materiales de albañilería (Medina y Guevara, 2021). En la metalurgia, desempeña un papel clave en la refinación de metales, ya que actúa como un agente fundente en la eliminación de impurezas durante el proceso de producción de acero y otros metales (Parrado, 2023). En el ámbito de la agricultura, se emplea en la corrección de suelos ácidos, promoviendo un equilibrio óptimo en el pH y mejorando la disponibilidad de nutrientes esenciales para los cultivos. Asimismo, en la industria química, la

cal se utiliza en el tratamiento de aguas, en la producción de productos químicos como el hidróxido de calcio y en procesos de purificación de gases industriales, contribuyendo a la reducción de contaminantes ambientales (Portilla, 2012).

A pesar de su importancia, la producción de cal implica una serie de riesgos laborales derivados de las características de sus procesos y del entorno en el que se desarrollan las actividades. Desde la extracción de piedra caliza en canteras hasta su transformación en cal viva o hidratada, los trabajadores están expuestos a diversas amenazas que pueden afectar su seguridad y salud. Uno de los principales riesgos es la exposición a polvos respirables, especialmente aquellos que contienen sílice cristalina, cuya inhalación prolongada puede causar enfermedades pulmonares graves como la silicosis. Además, el contacto directo con la cal viva puede provocar irritaciones en la piel y los ojos, debido a su naturaleza corrosiva (Morales et al., 2024). Otros peligros asociados incluyen las altas temperaturas generadas en los hornos de calcinación, que pueden provocar quemaduras y estrés térmico en los trabajadores. El uso de maquinaria pesada, como trituradoras, hornos rotativos y molinos, incrementa el riesgo de atrapamientos, golpes y caídas. A su vez, la manipulación manual de cargas pesadas puede generar trastornos musculoesqueléticos si no se aplican medidas ergonómicas adecuadas. También existen riesgos relacionados con la gestión inadecuada de residuos y emisiones gaseosas, lo que puede derivar en impactos ambientales y problemas de salud ocupacional a largo plazo (Huaraca, 2022).

Por lo tanto, la producción de cal no solo representa un desafío en términos de eficiencia operativa, sino también en la implementación de estrategias de seguridad y salud en el trabajo. Es fundamental aplicar un enfoque de gestión de riesgos laborales que permita identificar, evaluar y mitigar los peligros asociados a cada etapa del proceso productivo. La adopción de medidas de control técnico y administrativo, el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP), la capacitación continua de los trabajadores y el cumplimiento de normativas nacionales e internacionales en materia de seguridad ocupacional son aspectos clave para garantizar condiciones laborales seguras y sostenibles en la industria de la cal. Bajo estos antecedentes se planteó como objetivo Gestionar los Riesgos laborales en la producción de cal en la Asociación Cantera Shobol Central.

## Metodología

### Diseño y tipo de Investigación

La metodología del estudio se basó en un enfoque no experimental y transversal, permitiendo el análisis en un único momento temporal. Se adoptó un diseño descriptivo para examinar la gestión de riesgos en el trabajo, identificando su incidencia y variabilidad en diferentes dimensiones.

### Métodos

El estudio se enfocó en 3 etapas que se detallan en la Tabla 1.

*Tabla 1 Etapas de la Gestión de Riesgos Laborales en la producción de cal.*

<b>ETAPA GESTION RIESGOS</b>	<b>DE DE</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>ACCIONES ESPECIFICAS</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>
Análisis de riesgos		Evaluación de los riesgos laborales en la producción de cal, considerando factores físicos, químicos, ergonómicos y psicosociales	Recolección de información (Encuesta)	de Encuesta
Identificación de riesgos	de	Identificar los posibles riesgos en los procesos de fabricación de la cal	Identificar peligros Evaluar riesgos	Marco Legal Identificación de peligros -INSHT
Desarrollo de medidas de control	de	Consiste en diseñar e implementar acciones específicas para minimizar o eliminar los riesgos identificados en el lugar de trabajo	Eliminación de peligros Sustitución	Diseñar acciones de mitigación de riesgos

El estudio combinó métodos cuantitativos y cualitativos, garantizando un análisis integral. Como primer elemento se caracterizará el proceso productivo, describiendo cada una de sus fases, desde la recepción de la materia prima hasta la comercialización del producto final. Posteriormente se aplicó una encuesta para tener una línea base de información.

La identificación de riesgos se la realizó utilizando la matriz de riesgos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) con el objetivo de clasificar los riesgos según su gravedad y probabilidad de ocurrencia.

### **Población**

Para la evaluación de la gestión de riesgos en el entorno laboral, se llevó a cabo un estudio aplicado a 6 trabajadores que actualmente desempeñan sus funciones en la planta. A estos participantes se les aplicó una encuesta estructurada, complementada con el análisis mediante la matriz del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT)

### **Resultados**

La empresa cuenta con una plantilla de seis operarios directamente involucrados en el proceso productivo. Cada trabajador está asignado a un área específica de trabajo, conforme a la distribución presentada en la Tabla 2, la cual detalla las actividades que desempeñan en sus respectivas funciones.

*Tabla 2 Etapas de la Investigación*

<b>Ítem</b>	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Tarea</b>
1	Horno	Proceso de calcinación de la piedra caliza	Descargar la materia prima Calcinación Retiro de la piedra caliza
2	Trituración -Cribado	Trituración de la cal	Separar la cal viva de la chispa.
3	Hidratación	Manejar la hidratación de calizas	Transporte y manejo de agua para el proceso
4	Pulverización	Molienda	Manejo y monitoreo del molino Envasado de cal en sacos
5	Almacenado	Separación de la cal viva e hidratada, en sacos	Carga manual y acondicionamiento del espacio de almacenamiento.
6	Carga	Despacho de producto	Carga manual de sacos hacia el transporte

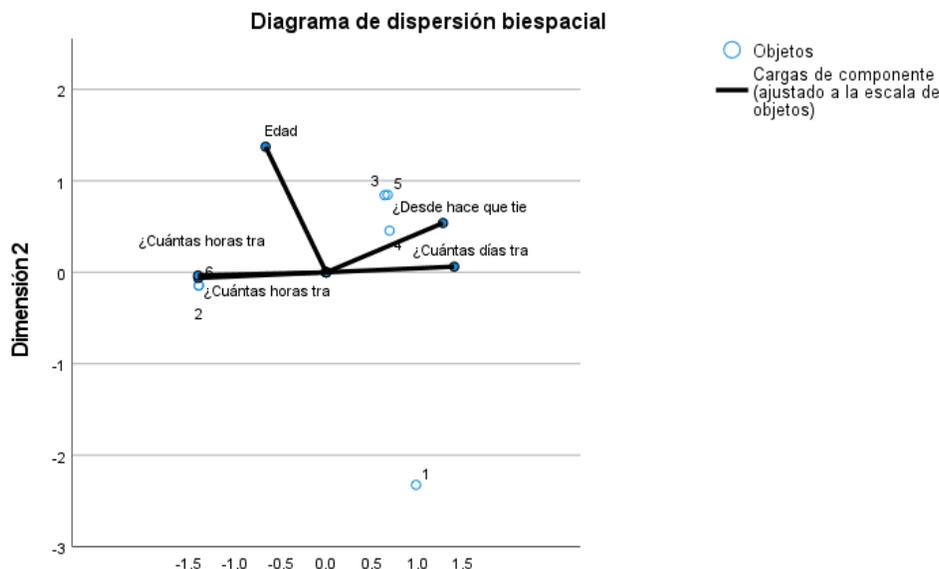
## Condiciones Laborales

Se diseñó y aplicó una encuesta estructurada con el objetivo de recopilar información detallada sobre las condiciones laborales vigentes en la cantera. Esta herramienta metodológica permitió obtener datos específicos en relación con los factores que inciden en el ambiente de trabajo, la seguridad ocupacional y el bienestar de los trabajadores. La población estuvo conformada por los seis empleados actualmente activos en la operación de la cantera, lo que permitió un análisis integral de su situación laboral. En la figura 1 se generó un análisis de correspondencia con los variables escalares de la encuesta.

Número de iteración	Varianza contabilizada para		Pérdida		Restricción del centroide en coordenadas de vector
	Total	Aumentar	Total	Coordenadas del centroide	
0 <sup>a</sup>	3,998059	,000007	4,001941	2,169635	1,832306
27 <sup>b</sup>	4,089677	,000010	3,910323	2,416031	1,494292

*Figura 1* Historial de las interacciones

El análisis del cuadro de interacciones muestra una mejora en la optimización del modelo a lo largo de las iteraciones. La varianza contabilizada total aumenta de 3,998059 a 4,089677, mientras que la pérdida total disminuye de 4,001941 a 3,910323, lo que indica un mejor ajuste de los datos. Además, el centroide se desplaza de 2,169635 a 2,416031, reflejando una mejor agrupación, y la restricción del centroide en coordenadas de vector se reduce de 1,832306 a 1,494292, lo que sugiere mayor flexibilidad en la representación de los datos. Estos cambios evidencian un proceso de optimización exitoso, con una mejor captura de la variabilidad del sistema según se puede observar en la figura 2.



**Grafica 1** Diagrama de dispersión biespacial

El diagrama de dispersión biespacial representó la distribución de variables en dos dimensiones tras una rotación Varimax con normalización Kaiser, lo que permite interpretar mejor los factores subyacentes. El centroide, ubicado en la intersección de las cargas de componente, sugiere el punto de equilibrio de las variables en el espacio dimensional. Se observa que las variables relacionadas con "¿Desde hace qué tiempo está en la Asociación?" y "¿Cuántos días trabaja a la semana?" se sitúan en la parte superior izquierda, indicando una mayor asociación con la Dimensión 2. Por otro lado, las variables "¿Cuántas horas trabaja a la semana?" aparecen más cercanas al origen y alineadas con la Dimensión 1, lo que sugiere que esta dimensión captura mejor su variabilidad. El hecho de que las cargas de componente (líneas negras) se extiendan desde el centroide hacia diferentes direcciones indica que las variables contribuyen de manera diferenciada a las dimensiones principales. Esto indica que existen 3 bloques de respuestas que son similares sus resultados.

Los datos proporcionados muestran que la Dimensión 1 tiene un Alfa de Cronbach de 0.948 y una varianza contabilizada de 4.138, mientras que la Dimensión 2 tiene un Alfa de Cronbach de 0.152 y una varianza contabilizada de 1.138. En total, el Alfa de Cronbach es 1.013 y la varianza contabilizada es 5.277. Los cálculos indican que el Alfa de Cronbach total es 1.100, lo que sugiere una buena consistencia interna, ya que un valor superior a 0.7 generalmente se considera aceptable.

Esto implica que los ítems del cuestionario o escala están correlacionados y miden el mismo constructo. El análisis del Alfa de Cronbach muestra que la consistencia interna de las dimensiones evaluadas es adecuada, sugiriendo que las preguntas o ítems utilizados en la evaluación son coherentes entre sí y miden de manera fiable el constructor de interés.

dimensión	Alfa Cronbach	Varianza contabilizada para de Total (autovalor)
1	,948	4,138
2	,152	1,138
Total	1,013 <sup>a</sup>	5,277

a. Se utiliza el total de alfa de Cronbach en el autovalor total.

*Figura 2 Alfa de Crombach*

## Marco Legal

El marco legal vigente en Ecuador impone diversas responsabilidades a los empleadores en cuanto a seguridad y salud en el trabajo, conforme a lo estipulado en reglamentos, acuerdos ministeriales y decretos. De acuerdo con la Resolución 513 del Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo (IESS), los empleadores están obligados a gestionar los riesgos desde su origen, planificar estrategias preventivas e identificar y evaluar los peligros en los espacios laborales (Del Trabajo, 2016). Por su parte, la Decisión 584 del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo refuerza estas disposiciones, estableciendo en su Artículo 11 la necesidad de implementar medidas para reducir los riesgos laborales y desarrollar planes integrales de prevención, sustentados en sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional (IESS, 2004).

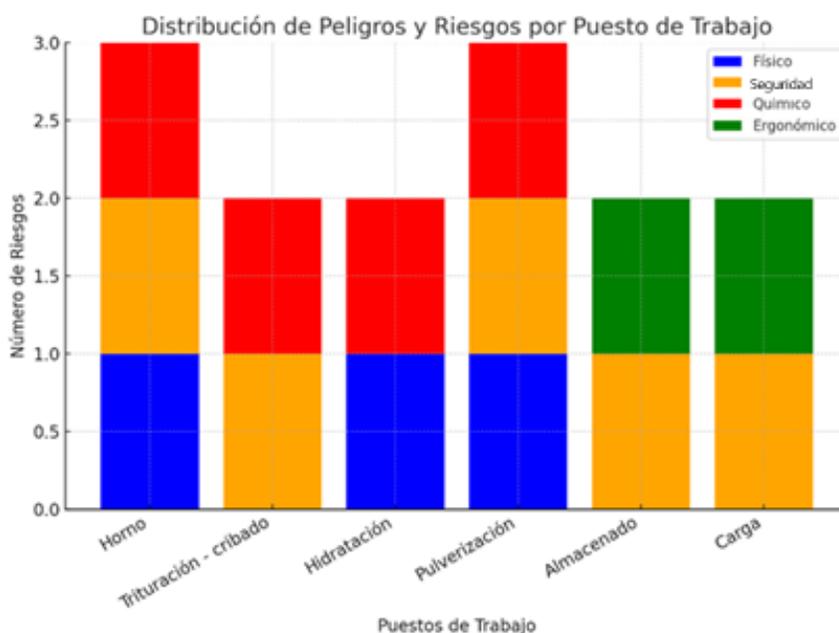
El Decreto 255 enfatiza la promoción de una cultura de prevención y protección en el ámbito laboral, aplicable en todo el país y de cumplimiento obligatorio tanto para empleadores como para trabajadores. Asimismo, la Resolución 957, alineada con la Decisión 584, destaca la importancia de la gestión técnica de los riesgos laborales, permitiendo que los servicios de salud propongan métodos específicos para la identificación y control de estos (Quinto, 2023). Finalmente, el Acuerdo Ministerial MDT 2017-0135, en su Artículo 10, exige a los empleadores registrar, aprobar, notificar y reportar sus obligaciones laborales, lo que incluye la implementación de

medidas de seguridad, higiene y prevención, además del mantenimiento actualizado de los documentos de seguridad para su presentación ante las autoridades competentes (Arias y Estrella, 2022)

## Identificación de Peligros

### Matriz de Identificación de Peligros y Riesgos (INSST-INSHT)

La gestión de la seguridad y salud en el trabajo es un pilar fundamental en cualquier organización, ya que permite prevenir accidentes laborales y minimizar los riesgos asociados a las actividades productivas. En este contexto, para la evaluación de riesgos se tomará en cuenta la Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (INSST-INSHT) que se define en la tabla 1. Esta se ha convertido en una herramienta esencial para la identificación, análisis y control de los peligros presentes en el entorno laboral, en la gráfica 1 se detallan los resultados.



*Gráfica 1* Distribución de Peligros y riesgos por puestos de trabajo

### Estimación de riesgo

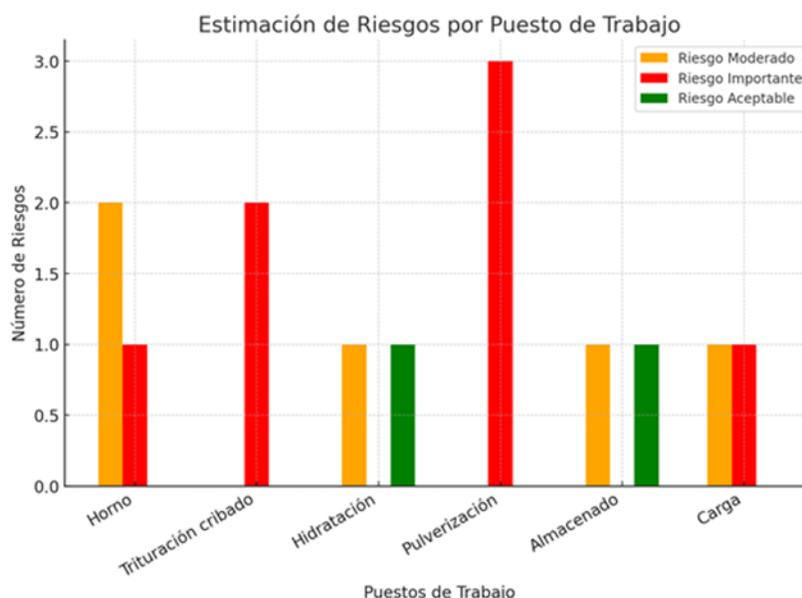
La seguridad laboral es un aspecto fundamental en cualquier entorno de trabajo, especialmente en aquellos que involucran actividades industriales y agroindustriales. La estimación de riesgos por puesto de trabajo permite identificar y clasificar los peligros a los que están expuestos los

trabajadores, facilitando la implementación de medidas preventivas y correctivas. En la tabla 3 se presenta los resultados de la estimación de riesgos.

*Tabla 3 Estimación de riesgos*

Puesto de trabajo	Tipo de riesgo	Peligro identificado	Probabilidad			Consecuencias			Estimación
			Baja	Media	Alta	Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino	
Horno	Físico	Altas temperaturas		x			x		Riesgo moderado
	Seguridad	Caída de material	x					x	Riesgo Moderado
	Químico	Inhalación de polvo			X		x		Riesgo Importante
Trituración cribada	Seguridad	Atrapamiento en maquina		x				x	Riesgo Importante
	Químico	Exposición al polvo			x		x		Riesgo importante
Hidratación	Químico	Quemaduras con contacto de cal		x			x		Riesgo Moderado
	Físico	Caídas al mismo nivel		x		x			Riesgo Aceptable
Pulverización	Físico	Ruido			x		x		Riesgo importante
	Seguridad	Atrapamiento en maquinaria		x				x	Riesgo Importante
	Químico	Inhalación de polvo			x		x		Riesgo Importante
Almacenado	Ergonómico	Levantamiento de cargas	x				x		Riesgo Aceptable
	Seguridad	Caída de material		x			x		Riesgo Moderado
Carga	Ergonómico	Levantamiento de cargas		x			x		Riesgo Moderado
	Seguridad	Caída de sacos durante el despacho			x		x		Riesgo Importante

En este análisis, se presentan los diferentes niveles de riesgo asociados a seis puestos de trabajo clave: horno, trituración cribada, hidratación, pulverización, almacenado y carga. Los riesgos han sido categorizados en tres niveles: Riesgo Moderado (color naranja), Riesgo Importante (color rojo) y Riesgo Aceptable (color verde), lo que permite visualizar la criticidad de cada puesto y orientar la toma de decisiones en materia de seguridad, según se detalla en la gráfica 2.



**Gráfica 2** Estimación de riesgo

Este proceso es fundamental en la gestión de la seguridad y la toma de decisiones ya que se basa en un análisis entre la severidad y la probabilidad. En la tabla 3 se detalla los resultados de la estimación de riesgos donde los resultados indicaron que el 35.75 % son moderados, el 50 % son importantes y el 14.29 % son aceptables. Este análisis muestra que los riesgos más frecuentes son los riesgos importantes, especialmente relacionados con la inhalación de polvo y atrapamiento en maquinaria. Es crucial implementar medidas de seguridad adecuadas para mitigar estos riesgos y proteger a los trabajadores. El análisis de riesgos en la producción de cal confirma la presencia de peligros similares a los reportados en estudios previos, como el de Mayorga et al. (2017), donde se identificaron riesgos por inhalación de polvo, atrapamiento en maquinaria y exposición a ruido. En nuestro estudio, el 50% de los riesgos son moderados, el 28.6% aceptables y el 21.4% importantes, lo que resalta la necesidad de medidas correctivas como ventilación localizada, uso de equipos de

protección personal (EPP) y rotación de trabajadores para minimizar la exposición. Las actividades con mayor riesgo incluyen trituración, molienda y calcinación, requiriendo controles estrictos, mientras que los riesgos moderados, como altas temperaturas y caída de materiales, pueden mitigarse con protocolos de seguridad y mantenimiento. Los riesgos aceptables, aunque menores, requieren monitoreo continuo para evitar lesiones a largo plazo. Este enfoque es respaldado por investigaciones previas que destacan la eficacia de las estrategias de control del polvo y la ergonomía en la reducción de enfermedades ocupacionales. El estudio de (Guapulema y Enríquez, 2022) determina que estos hallazgos son consistentes con el estudio sobre gestión de riesgos ergonómicos en la empresa JC Termosolar Energía Renovable, donde se detectaron niveles críticos en tareas de levantamiento manual de cargas, transporte y descarga de materiales, especialmente por la distancia de las manos a la zona lumbar, torsión del tronco y condiciones ambientales. Ambas investigaciones destacan la importancia de implementar medidas correctivas como el uso de equipos de protección personal (EPP), optimización de procesos y mejoras en el diseño del puesto de trabajo para reducir la exposición a factores de riesgo. En relación al estudio de Huaraca (2022) donde determinó cuatro riesgos ergonómicos críticos, relacionados con levantamiento y transporte de sacos, movimientos repetitivos y posturas forzadas, además de un riesgo mecánico, uno físico y uno químico. Asimismo, la evaluación con el cuestionario nórdico de Kuorinka reveló que el 34% de los trabajadores experimentaron dolor lumbar, el 22% dolor dorsal y de hombros, y el 11% molestias en muñecas y cuello. La principal diferencia entre ambos estudios radica en que mientras el primero considera el 21.4% de los riesgos como importantes, el segundo enfatiza la urgencia de mitigar riesgos ergonómicos mediante metodologías especializadas como INSHT y REBA. En cuanto a las medidas de control, ambos estudios coinciden en la importancia del uso de Equipos de Protección Personal (EPP), ventilación adecuada y capacitación. Sin embargo, el estudio de Duchicorp Oximicron va más allá, incorporando procedimientos específicos para la manipulación de cargas, pausas activas y análisis ergonómicos con software especializado como Ergonautas. Esto resalta la importancia de enfoques más detallados y metodologías avanzadas para una gestión eficaz de los riesgos laborales en distintos sectores industriales (Vallejo y Enríquez, 2024).

## **Diseño de medidas de control (Propuesta Técnica para la planta de producción de cal de la Asociación Central Cantera Shobol)**

En el proceso de producción de cal en el horno, se identifican diversos riesgos físicos, de seguridad y químicos. Esta propuesta técnica detalla las medidas específicas para mitigar estos riesgos y garantizar un ambiente de trabajo seguro y eficiente en cada etapa del proceso.

### ***Fase: Calcinación de la Piedra Caliza***

Riesgos: Físicos, Químicos y de Seguridad

Medidas:

1. Reducción de la exposición mediante mascarillas N95, ventilación forzada y rotación de personal.
2. Uso de barandas, inspecciones periódicas y señalización para la seguridad estructural.
3. Instalación de barreras térmicas, uso de ropa ignífuga y señalización de zonas calientes.

Nivel de Riesgo Estimado: ***Importante***

### ***Fase: Trituración y Cribado***

Riesgos: Seguridad y Químico

Medidas:

1. Instalación de dispositivos de parada de emergencia, resguardos en máquinas y capacitación del personal.
2. Implementación de sistemas de extracción localizada.

Nivel de Riesgo Estimado: ***Importante***

### ***Fase: Hidratación***

Riesgos: Físico y Químico

Medidas:

1. Uso de guantes resistentes a químicos, lavado inmediato con solución neutralizante y señalización de zonas de riesgo.
2. Superficies antideslizantes, mantenimiento de áreas de trabajo y concienciación del personal.

Nivel de Riesgo Estimado: ***Moderado***

### ***Fase: Pulverización***

Riesgos: Físico, Seguridad y Químico

Medidas:

1. Uso de sensores de proximidad, resguardos de seguridad y formación en manipulación de equipos.
2. Protectores auditivos, aislamiento de fuentes de ruido y monitoreo de decibeles.
3. Empleo de respiradores de alto rendimiento, cabinas de extracción de polvo y limpieza regular de residuos.

Nivel de Riesgo Estimado: ***Importante***

***Fase: Almacenado***

Riesgos: Ergonómico y Seguridad

Medidas:

1. Implementación de técnicas de levantamiento seguro, rotación de tareas y uso de ayudas mecánicas.
2. Apilamiento seguro de materiales, inspecciones periódicas y capacitación en manipulación de cargas.

Nivel de Riesgo Estimado: ***Moderado***

***Fase: Carga***

Riesgos: Ergonómico y Seguridad

Medidas:

1. Uso de fajas lumbares, optimización del diseño del área de carga y pausas activas.
2. Implementación de sistemas de sujeción, mejoras en el área de trabajo y equipos automatizados.

Nivel de Riesgo Estimado: ***Aceptable***

**Estrategia general para la mitigación de riesgos**

***Prevención Activa:*** La prevención de accidentes y enfermedades en cada fase del proceso es crucial. Se implementarán medidas técnicas, como la instalación de sistemas de ventilación, barreras térmicas y mecanismos de seguridad en maquinaria, con el fin de reducir la probabilidad de ocurrencia de riesgos.

***Capacitación Continua:*** La formación del personal será un componente clave en la implementación de medidas de seguridad. Se llevará a cabo capacitación sobre el manejo de equipos, medidas de protección personal, y protocolos en caso de emergencia.

***Mantenimiento y Supervisión:*** Se establece la necesidad de un mantenimiento constante de equipos de protección personal (mascarillas, guantes, etc.), así como de los sistemas de extracción de polvo

y resguardos de maquinaria. Las inspecciones periódicas serán esenciales para detectar fallos a tiempo.

*Monitoreo y Evaluación:* Se implementará un sistema de monitoreo continuo para evaluar la efectividad de las medidas adoptadas, con un enfoque en la medición de parámetros como la concentración de polvo, la temperatura en zonas de trabajo y la exposición al ruido.

## Conclusiones

La gestión de riesgos laborales en la producción de cal en la Asociación Cantera Shobol Central permitió identificar los principales peligros en cada etapa del proceso. Se determinó que la exposición a polvo, atrapamiento en maquinaria, altas temperaturas, caídas de materiales y sobrecarga ergonómica representan el 50% de los riesgos importantes, el 35.75% moderados y el 14.29% aceptables. El cumplimiento del marco legal en Ecuador exige estrategias de prevención, priorizando el control de polvo, ergonomía y mantenimiento preventivo. Se recomienda el uso obligatorio de EPP, ventilación localizada, capacitación y rotación de tareas. La aplicación de estas medidas mejorará la seguridad, salud y eficiencia en la producción de cal, fortaleciendo la sostenibilidad del proceso en la asociación.

## Referencias

1. Arias, X. O. E., & Estrella, M. Á. E. (2022). Gestión de riesgos psicosociales para prevenir el síndrome de burnout en los trabajadores de la empresa Venrental CIA. LTDA. Polo Conoc Rev Cient-Prof.
2. Cuizano Alvarón, J. L. (2023). Obtención de carbonato de calcio a partir de la cáscara de huevo. Del Trabajo SGDR. Resolución CD 513 reglamento del seguro general de riesgo del trabajo. Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo.
3. Estrella, M. Á. E., & Jiménez, A. C. R. (2022). Análisis de caso del modelo de gestión asociativo de la empresa agroindustrial “Don Jorge”. Estudios De La Gestión: Revista Internacional De administración, (11), 248-268.
4. Guapulema, E. I. B., & Enriquez, M. Á. (2022). Gestión de riesgos ergonómicos por levantamiento manual de cargas en la Empresa JC Termosolar Energía Renovable de la

- ciudad de Riobamba. Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional, 7(10), 239-268.
5. Huaraca León, C. F. (2022). Gestión preventiva de riesgos ergonómicos en la Empresa Calizas y Minerales DUCHICORP OXIMICRON Cía. Ltda en el área de ensacado manual de cal.
  6. Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS). (2004). Decisión 584 - Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.
  7. León-Velez, A., & Guillén-Mena, V. (2020). Energía contenida y emisiones de CO2 en el proceso de fabricación del cemento en Ecuador. *Ambiente Construido*, 20(3), 611-625.
  8. Mayorga, D. F., Viteri, E., Albuja, M. V., Orna, J. E., Balseca, O. F., & Caicedo, J. I. (2017). Exposición al material particulado en las áreas de preparación de material abrasivo de una empresa en el Parque Industrial de Riobamba. *European Scientific Journal*, 13(6), 224-247. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n6p224>
  9. Medina Yépez, Ó. S., & Guevara Fiallos, G. A. (2021). Materiales y métodos constructivos para la fabricación de un horno en la producción de cal en la Provincia de Chimborazo (Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo).
  10. Morales Castaño, J. F., Ortiz Galeano, N., & Villegas Córdoba, A. R. (2024). Factores de riesgo por la exposición a material particulado asociado a sintomatología presentada por trabajadores de mampostería y pañete (Tesis doctoral, Corporación Universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO).
  11. Ortiz Wolford, D. E. (2019). Diseño y evaluación de mortero de cemento y cal con adición de polvo de barro cocido (Tesis doctoral, Universidad de San Carlos de Guatemala).
  12. Parrado Hidalgo, C. (2023). Estudio y optimización de recuperación metálica en escorias de cobre empleando bórax como fundente bajo horno de inducción.
  13. Quezada Haro, P. A. (2023). Mejoramiento del sistema productivo mediante la aplicación de la metodología lean manufacturing en la producción de cal de MINABRADEC Compañía Limitada de la ciudad de Riobamba.
  14. Quinto Benalcázar, D. X. (2023). Identificación y evaluación de riesgos en las actividades de un sistema de iluminación Guayas–Los Ríos (Tesis de licenciatura).

15. Vallejo, A., & Enríquez, M. (2024). Gestión de riesgos del trabajo aplicado a las actividades de producción de la finca Saquifracia. *Revista Científica Investigo*, 5(12), 74-89. <https://doi.org/10.56519/njzefm37>
16. Viera, P., & Acero, M. (2022). Diseño de un mortero a partir de la caracterización de cal producida y comercializada por 5 proveedores en Ecuador. *Revista Digital Novasinergia*, 5(2), 158-173.
17. Soto Rubio, M. H. (2020). Evaluar la factibilidad técnica, económica y estratégica para comenzar una operación de importación y comercialización de cal y sus diferentes tipos en el mercado minero.

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).