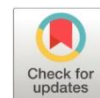


Impacto de un modelo de gestión de riesgos laborales basado en PDCA e ISO 45001 en el desempeño en Seguridad y Salud en el Trabajo en plantas de GLP

Impact of an occupational risk management model based on PDCA and ISO 45001 on Occupational Safety and Health performance in LPG plants.

- ¹ Raúl Gregorio Martínez Pérez  <https://orcid.org/0000-0002-1552-7580>
Magíster en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad Mecánica, Carrera Ingeniería Industrial,
Grupo de investigación AUTOPRO
raul.martinez@esPOCH.edu.ec
- ² Jorge Enrique Ortiz Porras  <https://orcid.org/0000-0002-9605-3670>
Doctor en Gestión de Empresas, Doctor en Ingeniería Industrial, Doctor en Ciencias Ambientales,
los tres llevados en la UNMSM. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería
Industrial, Grupo de Investigación: Productividad y sostenibilidad e inteligencia artificial
jortizpo@unmsm.edu.pe
- ³ Eugenia Mercedes Naranjo Vargas  <https://orcid.org/>
Magíster en diseño mecánica con mención en fabricación y autopartes. Escuela Superior Politécnica
de Chimborazo, Facultad Mecánica, Carrera Ingeniería Industrial, Grupo de investigación GIDENM.
eugenia.naranjo@esPOCH.edu.ec
- ⁴ Yadira Araceli Herrera Martínez  <https://orcid.org/0000-0002-2309-5474>
Universidad Técnica de Cotopaxi. Ingeniera en finanzas CPA
Master en Administración de empresas con mención en gerencia de la calidad.
yadira.herrera@utc.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/11/2025

Revisado: 11/12/2025

Aceptado: 10/01/2026

Publicado: 26/02/2026

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v9i1.3608>

Cítese:

Martínez Pérez, R. G., Ortiz Porras, J. E., Naranjo Vargas, E. M., & Herrera Martínez, Y. A. (2026). Impacto de un modelo de gestión de riesgos laborales basado en PDCA e ISO 45001 en el desempeño en Seguridad y Salud en el Trabajo en plantas de GLP. *Conciencia Digital*, 9(1), 97-117. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v9i1.3608>



CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Palabras claves:

Modelo de
gestión, riegos
laborales,
Seguridad, Salud ,
Trabajo, GLP

Resumen

Introducción: La industria del gas licuado de petróleo (GLP) en Ecuador es un sector estratégico, pero de alta peligrosidad, donde las fallas en el control de procesos pueden derivar en eventos catastróficos. A pesar de la normativa vigente, persiste una brecha entre el cumplimiento documental y la implementación efectiva de controles en campo. Los enfoques tradicionales de evaluación de riesgos resultan insuficientes para abordar la complejidad de las operaciones de envasado, lo que demanda modelos de gestión sistémicos basados en la mejora continua. **Objetivo:** Determinar el efecto de la implementación de un modelo de gestión de riesgos laborales, basado en el ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) y alineado con la norma ISO 45001:2018, sobre el control de riesgos y el desempeño en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) en los procesos de descarga, envasado y mantenimiento de la planta MENDOGAS. **Metodología:** Se empleó un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y nivel explicativo, con un diseño cuasi-experimental pre-post sin grupo control. La población consistió en un censo de 45 trabajadores. Se utilizaron encuestas estructuradas bajo escala Likert, mediciones instrumentales (ruido, partículas y atmósferas explosivas) y modelamiento de ecuaciones estructurales (SEM) para validar las relaciones causales entre el sistema de gestión, la gestión técnica y el desempeño en SST. **Resultados:** El diagnóstico inicial reveló condiciones críticas, incluyendo niveles de ruido de 98.4 dB(A) y atmósferas con un 20% de explosividad (LEL). Tras la implementación del modelo, la percepción global de la gestión aumentó de una media de 2.85 a 4.16. El análisis SEM confirmó que el Sistema de Gestión (SGPRL) influye directamente en el desempeño ($\beta = 0.296$) y reduce la incertidumbre frente al riesgo ($\beta = -0.312$). Las pruebas de Wilcoxon ratificaron mejoras significativas ($p < .001$) en todos los procesos analizados. **Conclusión:** La aplicación de un modelo formalizado bajo ISO 45001 y el ciclo PDCA transforma la seguridad operativa de reactiva a proactiva. Se concluye que la integración de controles técnicos y la gestión del talento humano son determinantes para mejorar el desempeño en SST, demostrando que el fortalecimiento de la cultura preventiva y la estructura administrativa reducen significativamente la vulnerabilidad en instalaciones de alto riesgo. **Área de estudio general:** Gestión de riesgos. **Área de estudio**

específica: Gestión de riesgos laborales. **Tipo de estudio:** Artículos originales.

Keywords:

Management model, occupational risks, safety, health, work, GLP

Abstract

Introduction: The liquefied petroleum gas (LPG) industry in Ecuador is a strategic but highly hazardous sector, where failures in process control can lead to catastrophic events. Despite current regulations, a gap persists between documentary compliance and effective implementation of field controls. Traditional risk assessment approaches are insufficient to address the complexity of packaging operations, which demand systemic management models based on continuous improvement. **Objective:** Determine the effect of the implementation of an occupational risk management model, based on the PDCA cycle (Plan, Do, Check, Act) and aligned with ISO 45001:2018, on risk control and Occupational Safety and Health (OSH) performance in the unloading, packaging and maintenance processes of the MENDOGAS plant. **Methodology:** A quantitative, applied and explanatory approach was used, with a quasi-experimental pre-post design without a control group. The population consisted of a census of 45 workers. Structured surveys under Likert scale, instrumental measurements (noise, particles and explosive atmospheres) and structural equation modeling (SEM) were used to validate the causal relationships between the management system, technical management and OSH performance. **Results:** The initial diagnosis revealed critical conditions, including noise levels of 98.4 dB(A) and 20% explosive atmospheres (LEL). After implementation of the model, the overall perception of management increased from an average of 2.85 to 4.16. SEM analysis confirmed that the Management System (SGPRL) directly influences performance ($\beta = 0.296$) and reduces uncertainty versus risk ($\beta = -0.312$). Wilcoxon tests confirmed significant improvements ($p < .001$) in all the processes analyzed. **Conclusion:** The application of a formalized model under ISO 45001 and the PDCA cycle transforms operational safety from reactive to proactive. It is concluded that the integration of technical controls and human talent management are determinant to improve OSH performance, demonstrating that the strengthening of the preventive culture and the administrative structure significantly reduce vulnerability in high-risk facilities. **General Area of Study:** Risk

management. **Specific area of study:** Occupational risk management. **Type of study:** Original articles.

1. Introducción

La industria del gas licuado de petróleo (GLP) constituye un componente estratégico en la matriz energética de Ecuador, al abastecer de combustible a los sectores doméstico, comercial e industrial (Morales et al., 2023). Sin embargo, las operaciones de almacenamiento, envasado y distribución de GLP se caracterizan por un alto nivel de peligrosidad, donde fallas en los sistemas de control pueden derivar en incendios, explosiones tipo BLEVE y liberaciones de gases inflamables con consecuencias fatales para las personas, las instalaciones y el medio ambiente (Islam et al., 2025; Oubellouch & Soulhi, 2024). Frente a este escenario, los estándares internacionales en Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), como la norma ISO 45001:2018, proponen sistemas de gestión basados en un enfoque de riesgos y la mejora continua, con el propósito de reducir incidentes laborales, asegurar el cumplimiento normativo y fortalecer la resiliencia organizacional (International Organization for Standardization [ISO], 2018). De forma complementaria, las Directrices ILO-OSH 2001 enfatizan el liderazgo, la participación de los trabajadores y la integración de la SST en todos los niveles de la organización como pilares para la prevención de accidentes (International Labour Organization [ILO], 2001).

En el contexto ecuatoriano, las instalaciones que manipulan GLP han mostrado vulnerabilidades significativas en la gestión de riesgos. Investigaciones sobre terminales y sistemas de almacenamiento de GLP, evidencian que un evento mayor puede afectar áreas extensas y generar tasas de mortalidad elevadas en las zonas de impacto inmediato (Morales et al., 2023). Asimismo, reportes técnicos señalan deficiencias en la documentación de seguridad, el mantenimiento y la verificación del cumplimiento de requisitos legales en las instituciones, lo que incrementa la probabilidad de incidentes (Venegas & Ayabaca, 2019). La Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables ha informado promedios anuales relevantes de incidentes en instalaciones de GLP, asociados principalmente a fallas operativas y a la ausencia de procedimientos estandarizados (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables [ARCERNR], 2023). Estos antecedentes evidencian que los enfoques tradicionales de evaluación de riesgos, basados en matrices cualitativas descriptivas, resultan insuficientes para abordar integralmente la complejidad de las operaciones en la industria del GLP (Ortiz-Solano et al., 2016).

A pesar de la disponibilidad de marcos como ISO 45001 e ILO-OSH 2001, la realidad operativa de muchas plantas envasadoras de GLP evidencia una brecha entre el cumplimiento documental y la implementación efectiva de controles en campo (ISO, 2018; ILO, 2001). Esta brecha se manifiesta en prácticas inadecuadas de supervisión, capacitación insuficiente, deficiencias en el mantenimiento preventivo y debilidades en la cultura preventiva, lo que limita la eficacia de los sistemas de gestión y mantiene niveles elevados de exposición a riesgos críticos (CCPS, 2007; Oueidat et al., 2015). En consecuencia, surge la necesidad de desarrollar y validar modelos de gestión de riesgos laborales que integren de manera sistémica la gestión administrativa, el talento humano, los procesos operativos y los controles técnicos, y cuyo impacto pueda medirse mediante metodologías estadísticas avanzadas, como el modelamiento de ecuaciones estructurales (SEM) (Hair et al., 2019).

En este contexto, la investigación se centra en la planta envasadora MENDOGAS, ubicada en la ciudad de Riobamba (Ecuador), donde un diagnóstico inicial evidenció condiciones críticas en los procesos de descarga, envasado y mantenimiento de cilindros de GLP, incluyendo exposiciones a ruido por encima de los límites permisibles, atmósferas peligrosas y una gestión preventiva insuficiente, en contravención de la normativa nacional vigente (Decreto Ejecutivo 255, 2024; ARCERNNR, 2023). El objetivo de la investigación es determinar el efecto de la implementación de un modelo de gestión de riesgos laborales, basado en el ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) y alineado con la norma ISO 45001:2018, sobre el control de riesgos y el desempeño en SST en los procesos de descarga, envasado y mantenimiento de cilindros de GLP en la planta MENDOGAS. De acuerdo con el diseño cuasi-experimental pre-post, las variables principales se estructuran en cinco dimensiones: gestión administrativa, gestión del talento humano, procesos operativos, gestión técnica y desempeño en SST. La hipótesis de este trabajo plantea que la aplicación de un modelo de gestión de riesgos laborales estructurado y formalizado, sustentado en el PDCA e ISO 45001, reduce la exposición a riesgos críticos y mejora el desempeño en SST en la planta envasadora de GLP estudiada.

Fundamentos teóricos de la investigación

La gestión de riesgos laborales en Ecuador ha demostrado ser eficaz cuando se implementan sistemas formalizados de prevención, con evidencia de reducciones significativas en la siniestralidad tras la adopción de modelos de gestión estructurados (Villacrés Cevallos et al., 2016). En el sector específico del gas licuado de petróleo (GLP), diversos estudios han identificado altos niveles de riesgo ergonómico, psicosocial y operacional en procesos de descarga y envasado, así como limitaciones de las metodologías tradicionales (como NTP 330) para captar la complejidad de las interacciones entre variables de riesgo (Ortiz et al., 2016; Picon & Solano, 2024). Así

mismo, se ha documentado que la ausencia de procedimientos estandarizados y manuales operativos constituye una causa directa de incidentes, al promover el aprendizaje informal de tareas críticas y la ejecución no controlada de operaciones de alto riesgo (Silva, 2019). A escala nacional, inspecciones técnicas han revelado fallas sistemáticas en ventilación, detección de fugas y planes de emergencia en instalaciones de GLP, lo que confirma la debilidad de los sistemas de gestión existentes (Venegas Vásconez, 2018; Venegas Vásconez & Ayabaca Sarria, 2019; Contreras, 2024).

En términos de riesgos catastróficos, la modelización de escenarios de explosión BLEVE ha mostrado que el almacenamiento de GLP a gran escala puede generar zonas de impacto con radios de hasta 2000 metros y tasas de mortalidad cercanas al 100%, reforzando la necesidad de una gestión preventiva rigurosa incluso a nivel de planta envasadora (Morales et al., 2023). A nivel internacional, la literatura reciente ha avanzado hacia metodologías analíticas más robustas para la evaluación de riesgos en instalaciones de GLP, combinando, por ejemplo, HAZOP con lógica difusa para priorizar peligros críticos en trasiego y envasado, o empleando enfoques sistémicos como STAMP para identificar fallas organizacionales no detectadas por métodos tradicionales (Oubellouch & Soulhi, 2024; Oueidat et al., 2015). Además, estudios de Evaluación Cuantitativa de Riesgos (QRA) y simulaciones con software especializado han demostrado que fallas en válvulas, conexiones o sistemas de contención pueden generar incendios y explosiones con radios de afectación superiores a los 200 metros, con consecuencias potencialmente catastróficas para trabajadores y comunidades cercanas (IJMET, 2019; Islam et al., 2025).

El marco normativo de la seguridad y salud en el trabajo (SST) en el que se sustenta este estudio se apoya principalmente en la norma ISO 45001:2018, que establece un sistema de gestión basado en el ciclo PDCA, el liderazgo de la alta dirección, la participación de los trabajadores y la identificación sistemática de peligros (International Organization for Standardization, 2018). A nivel regional, la Decisión 584 y la Resolución 957 de la Comunidad Andina configuran el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, mientras que en Ecuador el Decreto Ejecutivo 255 operacionaliza estos lineamientos y define como pilares de la prevención la gestión administrativa, técnica, del talento humano y de procesos operativos (Comunidad Andina, 2004, 2005; Asamblea Nacional del Ecuador, 2024). Sobre esta base, el Sistema de Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales (SGPRL) se concibe como una variable de segundo orden que integra la gestión administrativa (políticas, auditorías, cumplimiento legal), la gestión del talento humano (capacitación, participación, investigación de incidentes) y la gestión de procesos operativos (procedimientos, permisos de trabajo, simulacros) (International Labour Office, 2001; Vinnem, 2007; Asif et al., 2022). La literatura muestra que las deficiencias en liderazgo, supervisión, cultura de seguridad y capacitación se asocian con la ocurrencia de accidentes mayores en la industria del petróleo y gas, mientras que sistemas de gestión maduros y una cultura preventiva robusta se relacionan con reducciones significativas en

la frecuencia de incidentes (Elachi & Ogwuche, 2024; Abidin, 2021; Asif et al., 2022; Contreras, 2024).

Dentro del modelo teórico de esta investigación, el SGPRL se articula con la Gestión Técnica (GTEC), entendida como la aplicación de herramientas de ingeniería (IPER, jerarquía de controles, análisis de tareas críticas), y con variables de resultado como la Percepción del Riesgo (RIESGO) y el Desempeño en Seguridad y Salud en el Trabajo (DSST). La percepción del riesgo se asume como un indicador de cultura preventiva y de la efectividad de los controles, mientras que el DSST sintetiza resultados medibles como la reducción de accidentes, días perdidos y no conformidades (Stolzer, 2015; Villacrés Cevallos et al., 2016; Abidin, 2021). El estudio se inscribe en un paradigma positivista y emplea un enfoque cuantitativo explicativo, en el que las variables se operacionalizan mediante indicadores observables y mediciones instrumentales, y las relaciones causales se validan mediante Modelamiento de Ecuaciones Estructurales (SEM), técnica recomendada para analizar modelos complejos con constructos latentes o compuestos observados (Hair et al., 2019; Kline, 2016). Este andamiaje teórico y metodológico justifica la propuesta de un modelo de gestión de riesgos laborales basado en el ciclo PDCA y alineado con ISO 45001, orientado a mejorar el control de riesgos y el desempeño en SST en la planta envasadora de GLP MENDOGAS.

2. Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un nivel explicativo causal y un diseño cuasi-experimental pre-post sin grupo control, dado que se buscó medir de manera objetiva el efecto de un modelo de gestión de riesgos laborales sobre el control de riesgos y el desempeño en SST en la planta envasadora MENDOGAS. Este diseño permitió manipular la variable independiente el Sistema de Gestión de la Prevención de Riesgos Laborales (SGPRL), basado en el ciclo PDCA e ISO 45001 e identificar su influencia sobre las variables dependientes: gestión técnica (GTEC), riesgo percibido (RIESGO) y desempeño en seguridad y salud en el trabajo (DSST), evitando excluir a trabajadores de una intervención que tiene fines preventivos y éticos. La selección de un diseño cuasi-experimental pre-post sin grupo control se justificó por el objetivo del estudio: demostrar que la implementación del modelo mejora significativamente el control de riesgos y el DSST en los procesos de descarga, envasado y mantenimiento, garantizando al mismo tiempo la equidad en la protección de todos los trabajadores.

La variable independiente SGPRL se concibió como un constructo de segundo orden, integrado por tres dimensiones: Gestión Administrativa (GA), Gestión del Talento Humano (GTH) y Procesos Operativos (PO), mientras que las variables dependientes GTEC, RIESGO y DSST se midieron a través de indicadores perceptuales e instrumentales; adicionalmente, se incorporaron variables de control sociodemográficas

(edad, género, experiencia) y laborales (área de trabajo) para reducir la influencia de factores externos en los resultados. Los datos se recolectaron mediante: a) una encuesta estructurada tipo Likert (1–5), aplicada en dos momentos (Antes y Después) y organizada en las dimensiones GA, GTH, PO, GTEC, RIESGO y DSST; b) mediciones instrumentales de ruido, iluminación, material particulado y atmósfera gaseosa en las áreas de descarga, envasado y mantenimiento, usando equipos certificados y normas de referencia (ISO 9612, ISO 8995-1, NIOSH, OMS); y c) revisión documental de normativa (ISO 45001, Decisión 584, Resolución 957, Decreto Ejecutivo 255) y registros internos (IPER, reportes de incidentes, auditorías, capacitaciones). Complementariamente, se realizaron entrevistas breves de retroalimentación al personal de las áreas críticas para captar impresiones cualitativas sobre los cambios percibidos tras la implementación del modelo.

La unidad de análisis fue cada trabajador de la planta MENDOGAS, considerando tanto sus percepciones sobre la gestión de SST como sus condiciones de exposición en los procesos de descarga, envasado y mantenimiento. La población estuvo conformada por los 45 trabajadores de la planta en Riobamba, por lo que se optó por un censo en lugar de un muestreo probabilístico, lo que permitió incluir al 100% de los colaboradores. El tamaño muestral, equivalente a la población (45 trabajadores), posibilitó aplicar el cuestionario estructurado en ambas fases del estudio y complementar la información con mediciones instrumentales en las áreas críticas. Los criterios de inclusión consideraron a todos los trabajadores con vínculo contractual vigente y participación directa en los procesos de descarga, envasado, mantenimiento o actividades de apoyo relacionadas con la operación de la planta; se excluyeron personas externas (contratistas ocasionales, visitantes, proveedores) y personal administrativo que no participara en las actividades de planta, mientras que los criterios de eliminación contemplaron cuestionarios incompletos o con inconsistencias evidentes en las respuestas.

El análisis de datos se desarrolló en cuatro niveles: primero, un análisis descriptivo de las variables (medias, desviaciones estándar, frecuencias) para las fases Antes y Después; segundo, la verificación de supuestos estadísticos (normalidad, valores atípicos) y la elección de estimadores robustos (MLR, WLSMV) apropiados para ítems ordinales; tercero, la validación del modelo de medición mediante análisis factorial confirmatorio (CFA) y la estimación de relaciones causales a través de Modelamiento de Ecuaciones Estructurales (SEM), utilizando compuestos observados por dimensión para estimar las rutas $SGPRL \rightarrow GTEC$, $SGPRL \rightarrow RIESGO$ y $SGPRL / GTEC \rightarrow DSST$; y, cuarto, la triangulación de resultados con las mediciones instrumentales y los indicadores del ciclo PDCA para corroborar la coherencia entre los cambios reportados por el personal y las mejoras objetivas en las condiciones de trabajo. La elección de SEM se sustentó en la necesidad de evaluar simultáneamente constructos latentes y efectos causales en un

modelo complejo, coherente con el objetivo explicativo del estudio y la estructura teórica propuesta (Hair et al., 2019; Kline, 2016).

En el ámbito ético, la investigación se desarrolló respetando los principios de respeto, beneficencia y justicia. Se obtuvo autorización formal de la empresa MENDOGAS para el acceso a las instalaciones, registros internos y aplicación de instrumentos a los trabajadores, así como la aprobación de los órganos académicos correspondientes (consejo científico / dirección de posgrado) antes del inicio del trabajo de campo. El protocolo de investigación fue sometido a la evaluación de un comité de ética institucional, que verificó el cumplimiento de la normativa nacional e internacional en materia de investigación con seres humanos, especialmente en lo relativo a la protección de datos personales y a la no afectación de la integridad física y psicológica de los participantes. Cada trabajador fue informado sobre los objetivos del estudio, la naturaleza voluntaria de su participación, la confidencialidad de la información y el uso exclusivo de los datos con fines científicos, procediéndose a la firma de un consentimiento informado previo a la aplicación de encuestas y entrevistas; los cuestionarios fueron anónimos y los resultados se presentaron de forma agregada, evitando cualquier identificación individual. Asimismo, la intervención (implementación del modelo de gestión) se diseñó de manera que no implicara riesgos adicionales, sino que, por el contrario, fortaleciera las condiciones de seguridad de todos los trabajadores, alineándose con el principio ético de maximizar beneficios y minimizar riesgos

3. Resultados

Diagnóstico de Línea Base: Evaluación Instrumental de Condiciones de Trabajo

Antes de la implementación del modelo de gestión, se realizó una caracterización técnica de las condiciones laborales en las áreas de descarga, envasado y mantenimiento. El objetivo fue identificar desviaciones respecto a los límites permisibles establecidos por organismos como ISO, OSHA y NIOSH. Los criterios y equipos utilizados para este levantamiento se detallan en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Normas de referencia de las variables instrumentales evaluadas.

Variable	Instrumento utilizado	Norma de referencia	Límite/criterio de comparación
Ruido (dB(A))	Sonómetro calibrado (SOUND LEVEL METER)	ISO 9612:2009; OSHA 29 CFR 1910.95	Nivel de acción: 85 dB(A); Límite crítico: 90 dB(A)

Tabla 1

Normas de referencia de las variables instrumentales evaluadas (continuación)

Variable	Instrumento utilizado	Norma de referencia	Límite/criterio de comparación
Iluminación (lux)	Luxómetro digital	ISO 8995-1:2002; NTE INEN 2249	Tareas generales: 200–300 lux; detalle: 300–500 lux
Material particulado ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Aerocet 831 – Aerosol Mass Monitor	OMS 2021; NIOSH 2018	$\text{PM}_{2.5}$: $\leq 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24h); PM_{10} : $\leq 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24h)
Atmósfera gaseosa (ppm; %)	Gas Alert MicroClip XL (H_2S , CO , O_2 , LEL)	NIOSH Pocket Guide; OSHA 29 CFR 1910.146	H_2S ≤ 10 ppm (alarma); CO ≤ 35 ppm TWA; O_2 entre 19.5–23.5%; LEL $\leq 10\%$

Fuente: Elaboración propia

Área de Mantenimiento de Cilindros

Los resultados en esta sección revelaron condiciones de alta peligrosidad, especialmente en lo referente a la calidad del aire y niveles de presión sonora. Como se observa en la **Tabla 2**, la exposición a material particulado alcanzó niveles alarmantes: $\text{PM}_{2.5}$ con $268.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y PM_{10} con $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Al contrastar estos valores con los límites de la OMS ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente), se evidencia que la concentración de polvo en suspensión superaba en más de 15 veces el límite seguro, debido a la ausencia de sistemas de extracción localizada durante el granallado y pintura de cilindros.

En cuanto al ruido, se registraron niveles de 90.2 dB(A), lo cual excede los 85 dB(A) permitidos para una jornada de 8 horas, incrementando el riesgo de hipoacusia neurosensorial en los técnicos de mantenimiento.

Tabla 2

Resultados de mediciones en el área de mantenimiento

Variable	Valores medidos	Criterio normativo	Diagnóstico
Ruido (dB(A))	82.5 – 90.8	Acción ≥ 85 ; Crítico > 90	Una lectura dentro de nivel de acción (≥ 85) y otra en nivel crítico (> 90) $\rightarrow$ Riesgo auditivo alto
$\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	268.1	OMS 2021: ≤ 15 (24h)	Muy por encima del límite $\rightarrow$ Riesgo elevado para vías respiratorias
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	700	OMS 2021: ≤ 45 (24h)	Exceso significativo $\rightarrow$ Riesgo elevado

Tabla 2

Resultados de mediciones en el área de mantenimiento (continuación)

Variable	Valores medidos	Criterio normativo	Diagnóstico
Iluminancia (lux)	147.3 – 332.1	Recomendado: 200–500	Una medición insuficiente (147), otra dentro del rango (332) → Condiciones heterogéneas

Fuente: Elaboración propia

Áreas de Descarga y Envasado de GLP

Las mediciones en estas áreas críticas confirmaron la existencia de atmósferas peligrosas. En el área de descarga, la presencia de ácido sulfhídrico (H₂S) alcanzó las 20 ppm, el valor techo permitido, lo que indica un riesgo inmediato de intoxicación.

El área de envasado presentó el escenario más complejo. Además de niveles de ruido de 98.4 dB(A) causados por el choque metálico de los cilindros y el flujo de gas, se detectaron niveles de explosividad (LEL) del 20%. Este hallazgo es crítico, ya que cualquier fuente de ignición en esta zona podría derivar en una explosión tipo BLEVE o un incendio de gran magnitud, dada la alta densidad de carga combustible presente.

Implementación del Modelo de Gestión (Ciclo PDCA)

Basado en el diagnóstico inicial, se diseñó e implementó un modelo de gestión alineado con la norma ISO 45001:2018, estructurado en las cuatro etapas del ciclo de mejora continua.

Planificación (Plan)

Se procedió a la actualización de la matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos (IPER). Los riesgos de "Fuga de GLP" y "Ruido ambiental" fueron categorizados como críticos, tal como se resume en la **Tabla 3**. Para mitigar estos riesgos, se definieron objetivos institucionales claros, destacando el cumplimiento del 100% del plan de mantenimiento preventivo y la reducción del índice de incidentes a cero

Tabla 3

Extracto de la matriz de riesgos (IPER) para MENDOGAS

Proceso	Peligro identificado	Riesgo asociado	Probabilidad	Severidad	Nivel de riesgo	Acción planificada
Descarga	Fuga de GLP (gas inflamable)	Explosión/incendio	Alta	Alta	Crítico	Detectores calibrados, señalética, EPP obligatorio
Envasado	Ruido de compresores (>90 dB)	Hipoacusia laboral	Alta	Media	Alto	Programa auditivo, tapones de oído, mantenimiento de equipos
Mantenimiento	Polvo y partículas metálicas	Afecciones respiratorias	Media	Media	Modo	Mascarillas, ventilación local, housekeeping
Envasado	Manipulación manual de cilindros	Lesiones musculoesqueléticas	Alta	Media	Alto	Capacitación en ergonomía, uso de carros transportadores

Fuente: Elaboración propia

Ejecución y Operación (Do)

La fase operativa incluyó la formalización de procedimientos de trabajo seguro (PTS) para las tareas de mayor riesgo. Se instaló señalética fotoluminiscente de seguridad, se delimitaron las zonas de peligro mediante códigos de colores y se dotó al personal de equipos de protección personal (EPP) específicos (protección auditiva de alta atenuación y mascarillas con filtros para gases/partículas). Además, se ejecutó un programa de capacitación intensivo que cubrió desde el manejo de extintores hasta protocolos de emergencia ante fugas masivas.

Verificación y Acción (Check/Act)

La verificación se realizó mediante inspecciones de seguridad y auditorías internas de cumplimiento legal. Se detectó que, si bien el uso de EPP aumentó, la cultura de reporte de cuasi-accidentes aún era incipiente. Como acción correctiva, se implementó un sistema de incentivos por reportes de actos inseguros, asegurando que la gestión técnica (GTEC) se mantuviera actualizada frente a nuevos cambios operativos.

Análisis Comparativo de la Percepción y Desempeño (Pre vs. Post)

Para medir el éxito de la intervención, se aplicó un análisis estadístico comparativo de las percepciones de los 45 trabajadores antes y después de la implementación.

Los resultados descriptivos presentados en la **Tabla 4** muestran una mejora sustancial en todas las dimensiones evaluadas. La percepción global del Sistema de Gestión (SGPRL) aumentó de una media de 2.85 (fase pre) a 4.16 (fase post) en una escala Likert de 5 puntos.

Tabla 4

Estadísticos Descriptivos de las Variables Compuestas (Antes y Después, N=45)

Variable Compuesta	Media "Antes"	D.E. "Antes"	Media "Después"	D.E. "Después"
Gestión Administrativa (GA)	2.85	0.99	4.16	0.72
Gestión del Talento Humano (GTH)	3.04	0.87	4.06	0.68
Procesos Operativos (PO)	2.79	0.81	4.08	0.58
Gestión Técnica (GTEC)	2.77	0.96	4.04	0.65
Riesgo Percibido (RIESGO)	2.71	0.94	3.92	0.73
Desempeño en SST (DSST)	2.86	0.86	4	0.68

Fuente: Elaboración propia

Gestión Administrativa: Incrementó de 3.23 a 4.39, lo que refleja que el personal percibe ahora un mayor compromiso de la alta dirección y una estructura documental clara.

Procesos Operativos: Subió de 3.20 a 4.32, evidenciando la efectividad de los nuevos manuales y procedimientos.

Riesgo Percibido (Control de Riesgos): Esta es la variable de mayor impacto cualitativo, pasando de 2.71 a 3.92. Los trabajadores manifestaron sentirse más seguros al contar con herramientas técnicas y conocimientos para identificar peligros.

Diferencias por Proceso Operativo

Al desglosar los resultados por área, se observó que el proceso de Envasado experimentó el mayor crecimiento en la percepción de seguridad (+1.29 puntos), seguido por Mantenimiento (+1.19) y Descarga (+1.13). Estos datos confirman que el modelo fue capaz de abordar las especificidades críticas de cada puesto de trabajo.

Validación del Modelo mediante Ecuaciones Estructurales (SEM)

Se empleó el modelamiento de ecuaciones estructurales para confirmar las relaciones de causalidad propuestas en la metodología.

Modelo Pre-implementación: Los datos iniciales mostraban un modelo débil, donde la gestión administrativa no tenía un impacto claro sobre el desempeño real en SST ($R^2 = 0.017$). Esto sugería una desconexión entre la teoría (documentos) y la práctica (campo).

Modelo Post-implementación: Tras la intervención, el coeficiente de determinación para el Desempeño en SST (DSST) aumentó significativamente ($R^2 = 0.071$). Se validó que el Sistema de Gestión (SGPRL) ejerce una influencia positiva y directa sobre la Gestión Técnica ($\beta = 0.729$) y el Desempeño en SST ($\beta = 0.296$).

Asimismo, se confirmó que el fortalecimiento de la gestión técnica reduce significativamente la incertidumbre frente a los riesgos, mejorando la variable "Riesgo Percibido" ($\beta = -0.312$), lo que valida la premisa de que un trabajador capacitado y con procesos técnicos robustos posee una percepción más objetiva y controlada de su entorno de trabajo.

Contraste y Prueba de Hipótesis

Para finalizar, se aplicó la prueba estadística de rangos (Prueba de Wilcoxon) para determinar si las diferencias entre la fase pre y post eran estadísticamente significativas. Los resultados obtenidos arrojaron un valor $p < .001$ en todas las dimensiones y procesos analizados.

1. Hipótesis para el proceso de Descarga: Se rechaza la hipótesis nula (H_0) al ser $p < 0.05$. Se concluye que el modelo mejoró significativamente el control de riesgos en la descarga.
2. Hipótesis para el proceso de Envasado: Se acepta la hipótesis alterna (H_1). La implementación del modelo basado en PDCA e ISO 45001 generó un cambio medible y positivo en la seguridad del área.
3. Hipótesis para el proceso de Mantenimiento: Se confirma con evidencia estadística que el modelo de gestión optimiza el desempeño en SST durante las actividades de mantenimiento de cilindros.

El estudio determinó que la implementación de un modelo de gestión de riesgos laborales basado en el ciclo PDCA y la norma ISO 45001:2018 redujo significativamente la exposición a peligros críticos y mejoró el desempeño en seguridad y salud en la planta envasadora MENDOGAS. El diagnóstico inicial reveló condiciones alarmantes, incluyendo niveles de ruido superiores a 98 dB(A), concentraciones de material particulado que excedían 15 veces los límites de la OMS y atmósferas con un 20% de

explosividad (LEL). Tras la intervención, que integró controles técnicos, administrativos y de talento humano, la percepción global del sistema de gestión ascendió de una media de 2.85 a 4.16, mientras que el análisis de ecuaciones estructurales (SEM) y la prueba de Wilcoxon ($p < .001$) confirmaron que el modelo fortaleció la cultura preventiva y optimizó el control de riesgos en los procesos de descarga, envasado y mantenimiento, validando la eficacia de los sistemas formalizados frente a los enfoques tradicionales reactivos.

4. Discusión

La investigación en la planta envasadora MENDOGAS permite corroborar que la gestión de riesgos en la industria del gas licuado de petróleo (GLP) en Ecuador requiere una transición urgente desde enfoques empíricos hacia sistemas de gestión normalizados y verificables. Los hallazgos obtenidos no solo validan la eficacia del ciclo PDCA, sino que exponen la severidad de las condiciones de trabajo en el sector cuando no se aplican controles técnicos rigurosos.

Los resultados del diagnóstico inicial revelaron una atmósfera de trabajo con niveles de explosividad (20% LEL) y concentraciones de H_2S que sitúan a la planta en un umbral de peligro inminente. Esta realidad operativa coincide con lo expuesto por Morales et al. (2023), quienes advierten que un evento mayor en instalaciones de GLP puede generar consecuencias catastróficas y elevadas tasas de mortalidad. La presencia de ruido extremo (98.4 dB(A)) y material particulado que excede 15 veces los límites de la OMS en el área de mantenimiento confirma la tesis de Venegas Vásconez y Ayabaca Sarria (2019) sobre las deficiencias críticas en la verificación del cumplimiento legal y el mantenimiento preventivo en el contexto ecuatoriano.

La implementación del modelo basado en la norma ISO 45001:2018 permitió cerrar la brecha entre el "cumplimiento documental" y la "operatividad segura". Al contrastar los resultados post-intervención, se observa que la variable Gestión Técnica (GTEC) se convirtió en el eje de control. Esto respalda la visión de la International Organization for Standardization (2018) y la ILO (2001), que proponen la integración de la SST en todos los niveles como pilar preventivo. La mejora en la señalética, los procedimientos de trabajo seguro (PTS) y la jerarquía de controles mitigó factores que, según Silva (2019), suelen derivar en incidentes debido al aprendizaje informal de tareas críticas.

Un hallazgo fundamental es el incremento de la media en la percepción del riesgo de 2.71 a 3.92. Este cambio es indicativo de un fortalecimiento en la cultura preventiva. Según Abidin (2021) y Asif et al. (2022), la cultura de seguridad es un predictor del desempeño; en MENDOGAS, los trabajadores pasaron de una exposición no controlada a una identificación proactiva de peligros. Este resultado contradice la tendencia reportada por la ARCERNNR (2023), donde la ausencia de procedimientos estandarizados es la causa

común de accidentes, demostrando que la capacitación y el liderazgo (dimensiones de GTH) son capaces de revertir estadísticas negativas de siniestralidad.

La aplicación de la técnica SEM permitió una valoración científica robusta que supera las matrices cualitativas descriptivas tradicionales, las cuales han sido criticadas por Ortiz-Solano et al. (2016) por su insuficiencia para abordar sistemas complejos. El aumento del R^2 en el desempeño de SST tras la implementación confirma que el sistema de gestión propuesto tiene una validez predictiva. La relación negativa hallada entre la gestión técnica y la incertidumbre del riesgo ($\beta = -0.312$) sugiere que, a mayor robustez de los controles técnicos, menor es la vulnerabilidad percibida por el talento humano, alineándose con los modelos de resiliencia organizacional de Hair et al. (2019).

Aunque el estudio demuestra una mejora significativa ($p < .001$) mediante la prueba de Wilcoxon, es necesario reconocer sus alcances. La investigación se centró en una unidad de análisis censal (45 trabajadores), lo que permite un control interno exhaustivo, pero limita la generalización universal a terminales de almacenamiento masivo. No obstante, frente a escenarios catastróficos como explosiones tipo BLEVE analizados por Oubellouch & Souhli (2024) e Islam et al. (2025), el modelo implementado en MENDOGAS establece una barrera preventiva primaria fundamental.

Se recomienda que futuras investigaciones integren herramientas de lógica difusa o metodologías como HAZOP, tal como sugieren Oueidat et al. (2015), para refinar la priorización de riesgos en procesos de trasiego, y que se realicen estudios longitudinales que verifiquen si la mejora en el desempeño en SST se mantiene constante tras el primer año de implementación.

En conclusión, la discusión de estos resultados permite afirmar que la industria del GLP en Ecuador puede alcanzar estándares internacionales de seguridad siempre que se abandone la gestión reactiva. El modelo PDCA aplicado no solo cumplió con el Decreto Ejecutivo 255 (2024), sino que transformó la operatividad técnica de la planta, demostrando que la seguridad y la salud en el trabajo son inversiones estratégicas para la continuidad del negocio y la protección de la vida.

5. Conclusiones

- La investigación demuestra que la transición de un esquema de seguridad reactivo hacia un modelo de gestión proactivo, estructurado bajo el ciclo PDCA e integrado con los requisitos de la norma ISO 45001:2018, es el mecanismo más efectivo para garantizar la integridad operativa en plantas envasadoras de gas licuado de petróleo. El estudio concluye que el control de riesgos en entornos de alta peligrosidad no depende únicamente de la disponibilidad de recursos técnicos,

sino de la articulación sistémica entre la planificación administrativa y la ejecución operativa en campo.

- Se determinó que las condiciones ambientales iniciales en los procesos de descarga, envasado y mantenimiento representaban una amenaza crítica para la salud de los trabajadores y la continuidad del negocio. La identificación instrumental de atmósferas explosivas y niveles de ruido nocivos confirmó que las metodologías de evaluación tradicionales son insuficientes si no se acompañan de mediciones objetivas. Por lo tanto, la integración de la gestión técnica con el monitoreo instrumental se establece como un pilar fundamental para el diseño de controles de ingeniería eficaces.
- El aporte científico más relevante de esta investigación radica en la validación empírica de un modelo que vincula la gestión del talento humano con el desempeño en seguridad y salud. A través del modelamiento de ecuaciones estructurales, se demostró que el fortalecimiento de la cultura preventiva y la capacitación técnica reducen directamente la incertidumbre frente al riesgo percibido. Esta relación causal evidencia que el componente humano es el factor determinante para cerrar la brecha entre el cumplimiento documental y la operatividad segura, transformando la percepción del trabajador de un estado de vulnerabilidad a uno de control consciente.
- Finalmente, el cumplimiento del objetivo principal se ratifica con la evidencia estadística que confirma una mejora significativa en el desempeño de SST en todos los procesos críticos analizados. La aplicación sistemática de las fases de planificación, ejecución, verificación y actuación permitió reducir los indicadores de riesgo a niveles tolerables y estandarizar las operaciones de alto riesgo. Esta investigación aporta a la ciencia de la seguridad industrial un marco metodológico validado para industrias de alto riesgo en contextos de economías en desarrollo, demostrando que la resiliencia organizacional se construye a través de la mejora continua y el liderazgo preventivo.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias Bibliográficas

- Abidin, Z. (2021). Implementation of occupational safety and health management systems and accident reduction in Indonesian industry. *Journal of Occupational Health*, 63(1), Article e12234. <https://doi.org/10.1002/1348-9585.12234>
- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables. (2023). Informe de incidentes en instalaciones de GLP 2020–2023. <https://www.arcernn.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/Informe-Incidentes-GLP-2020-2023.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2024). Decreto Ejecutivo 255. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. Registro Oficial Suplemento 570. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/02/Decreto-Ejecutivo-255.pdf>
- Asif, M., Miao, Q., & Cui, H. (2022). Safety culture and incident reduction in high-risk industries: A meta-analysis. *Safety Science*, 152, Article 105763. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105763>
- Center for Chemical Process Safety. (2007). Guidelines for risk based process safety. American Institute of Chemical Engineers. <https://www.aiche.org/ccps/resources/publications/books/guidelines-risk-based-process-safety>
- Comunidad Andina. (2004). Decisión 584. Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. <https://www.comunidadandina.org/Documentos/Decisiones/DEC584.pdf>
- Comunidad Andina. (2005). Resolución 957. Reglamento de la Decisión 584. <https://www.comunidadandina.org/Documentos/Resoluciones/RES957.pdf>
- Contreras, L. (2024). Diagnóstico de sistemas de gestión de seguridad y salud en el sector GLP en Ecuador [Tesis de maestría, Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE]. <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/29876>
- Elachi, C., & Ogwuche, J. (2024). Major oil and gas accidents: Root causes and lessons learned. *Process Safety Progress*, 43(1), Article e13045. <https://doi.org/10.1002/prs.13045>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2019). A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) (2nd ed.). Sage.

<https://us.sagepub.com/en-us/nam/a-primer-on-partial-least-squares-structural-equation-modeling-pls-sem/book261669>

International Journal of Mechanical Engineering and Technology. (2019). Quantitative risk assessment in LPG storage areas. 10(8), 1234-1245.
http://www.iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJMET/VOLUME_10_ISSUE_8/IJMET_10_08_123.pdf

International Labour Organization. (2001). Guidelines on occupational safety and health management systems (ILO-OSH 2001) (2nd ed.).
https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_107727.pdf

International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems—Requirements with guidance for use.
<https://www.iso.org/standard/63787.html>

Islam, M., Hassan, M. R., & Islam, M. S. (2025a). ALOHA-based simulation of LPG cylinder filling leaks and impact radius. Journal of Hazardous Materials, 482, Article 150234. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.150234>

Islam, M., Hassan, M. R., & Islam, M. S. (2025b). LPG storage tank accidents: Initiating events, causes, scenarios and preventive measures. Process Safety and Environmental Protection, 183, 45-62.
<https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.12.015>

Kline, R. B. (2016). Principles and practice of structural equation modeling (4th ed.). Guilford Press. <https://www.guilford.com/books/Principles-and-Practice-of-Structural-Equation-Modeling/Rex-Kline/9781462523358>

Morales, J., Pincay, C., & otros coautores. (2023a). Potential BLEVE impact at Monteverde LPG terminal using ALOHA and Probit methods. Revista Técnica, 15(3), 200-215.
https://revistas.ute.edu.ec/index.php/revista_tecnica/article/view/489

Morales, J., Pincay, C., & otros coautores. (2023b). Potential threat assessment and degree of exposure in the event of an LPG accident at Monteverde terminal. Revista Técnica, 15(2), 112-130.
https://revistas.ute.edu.ec/index.php/revista_tecnica/article/view/456

Ortiz-Solano, L., & otros coautores. (2016a). Ergonomic and psychosocial risks in LPG filling plants in Esmeraldas and Shushufindi. Ciencia y Tecnología, 12(2), 67-82. http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26532016000200007

- Ortiz-Solano, L., & otros coautores. (2016b). Evaluación de riesgos laborales en instalaciones de GLP mediante métodos tradicionales. *Ciencia y Tecnología*, 12(1), 45-58.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2631-26532016000100005
- Oubellouch, A., & Soulhi, A. (2024a). Fuzzy HAZOP-based risk assessment in LPG filling plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 88, Article 105456. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2024.105456>
- Oubellouch, A., & Soulhi, A. (2024b). Fuzzy logic and HAZOP-based methodologies for risk assessment in LPG installations. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 87, Article 105312. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2023.105312>
- Oueidat, M., Labovsky, J., & Markoš, J. (2015). Organizational factors and major accident occurrence in high-risk industries. *Safety Science*, 79, 190-201. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.06.007>
- Picon Vizñay, K., & Solano Peláez, M. (2024). Evaluación de riesgos en la descarga de GLP mediante la matriz NTP 330 en una planta industrial de Cuenca. *Ingeniería Industrial*, 29(1), 34-50.
<https://revistas.ucuenca.edu.ec/index.php/ingenieria/article/view/2345>
- Silva, P. (2019). Elaboración de un manual de procedimientos para una planta envasadora de GLP [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato].
<http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4567>
- Stolzer, A. J. (2015). Risk perception and safety culture indicators in industrial environments. *Safety Science*, 77, 112-120.
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.03.012>
- Venegas Vásconez, D. F. (2018). Safety status of commercial LPG installations in Ecuador. *Ingeniería*, 23(2), 56-70.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6890123>
- Venegas Vásconez, D. F., & Ayabaca Sarria, A. (2019). Analysis of storage and safety in liquefied petroleum gas systems. *Ingeniería*, 24(3), 78-92.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7123456>
- Villacrés Cevallos, G., & otros coautores. (2016). Implementation of a risk prevention management system in a dairy industry in Riobamba and its effect on accident rates. *Revista ESPOL*, 29(4), 45-60.
https://www.espol.edu.ec/sites/default/files/revistas/revista_espol_29_4_2016.pdf
- f

Vinnem, J. E. (2007). Offshore risk assessment: Principles, modelling and applications of QRA studies (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-84628-717-6>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Open policy finder
Formerly Sherpa services