



REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

FACULTAD DE POSGRADOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y / O DE DESARROLLO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

TEMA:

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS OPERATIVAS Y PREVENTIVAS EN LOS PIN STATION DE UN PUERTO DE POSORJA PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN MANIOBRAS DE ESTIBA Y LA OPTIMIZACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO

AUTORES:

**LÓPEZ LOAIZA KAREN STEFANÍA
SAUHING CARCELÉN MICHAEL ENRIQUE**

TUTOR:

MSc. IZQUIERDO CEVALLOS DANIEL ROLANDO

MILAGRO, 2026

Derechos de Autor

Sr. Dr.

Fabricio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **KAREN STEFANÍA LÓPEZ LOAIZA**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizado como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **MAGÍSTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**, como aporte a la Línea de Investigación **SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR HUMANO INTEGRAL** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 20 de junio del 2026



KAREN STEFANÍA LÓPEZ LOAIZA

C.I.: 0928945179

Derechos de Autor

Sr. Dr.

Fabricio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, **MICHAEL ENRIQUE SAUHING CARCELÉN**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizado como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **MAGÍSTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**, como aporte a la Línea de Investigación **SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR HUMANO INTEGRAL** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, 20 de junio del 2026



MICHAEL ENRIQUE SAUHING CARCELÉN

C.I.: 1204534273

Aprobación del Tutor del Trabajo de Titulación

Yo, **DANIEL ROLANDO IZQUIERDO CEVALLOS**, en mi calidad de tutor del trabajo de titulación, elaborado por **KAREN STEFANÍA LÓPEZ LOAIZA y MICHAEL ENRIQUE SAUHING CARCELÉN**, cuyo tema es **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS OPERATIVAS Y PREVENTIVAS EN LOS PIN STATION DE UN PUERTO DE POSORJA PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN MANIOBRAS DE ESTIBA Y LA OPTIMIZACIÓN DE LA SEGURIDAD DEL PERSONAL OPERATIVO**, que aporta a la Línea de Investigación **SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR HUMANO INTEGRAL**, previo a la obtención del Grado **MAGÍSTER EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 20 de junio del 2026

**DANIEL ROLANDO
IZQUIERDO
CEVALLOS**

Firmado digitalmente por
DANIEL ROLANDO
IZQUIERDO CEVALLOS
Fecha: 2026.06.19 09:44:30
-05'00'

DANIEL ROLANDO IZQUIERDO CEVALLOS

C.I.: 0909442543

FACULTAD DE POSGRADO
ACTA DE SUSTENTACIÓN
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los ocho días del mes de junio del dos mil veintiseis, siendo las 09:00 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, ING, LÓPEZ LOAIZA KAREN STEFANIA, a defender el Trabajo de Titulación denominado "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS OPERATIVAS Y PREVENTIVAS EN LOS PIN STATION DE UN PUERTO DE POSORJA PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN MANIOBRAS DE ESTIBA Y LA OPTIMIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y EFICIENCIA OPERACIONAL DEL PERSONAL OPERATIVO", ante el Tribunal de Calificación Integrado por: MOLINA CAMACHO JAIME ADRIAN, Presidente(a), TOALA CABRERA TYRONE STEVEN en calidad de Vocal; y, HIDALGO SANTOS NEYLA MARÍA que actúa como Secretario/a,

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	60.00
DEFENSA ORAL	40.00
PROMEDIO	100.00
EQUIVALENTE	EXCELENTE

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 10:00 horas,

 Firmado digitalmente por:
JAIME ADRIAN
MOLINA CAMACHO

MOLINA CAMACHO JAIME ADRIAN
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL

 Firmado digitalmente por:
TYRONE STEVEN
TOALA CABRERA

TOALA CABRERA TYRONE STEVEN
VOCAL

 Firmado digitalmente por:
NEYLA MARIA
HIDALGO SANTOS

HIDALGO SANTOS NEYLA MARIA
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL

 Firmado digitalmente por:
KAREN STEFANIA
LOPEZ LOAIZA

ING. LÓPEZ LOAIZA KAREN STEFANIA
MAGISTER

FACULTAD DE POSGRADO
ACTA DE SUSTENTACIÓN
MAESTRÍA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los ocho días del mes de junio del dos mil veintiseis, siendo las 09:00 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, ING. SAUHING CARCELEN MICHAEL ENRIQUE, a defender el Trabajo de Titulación denominado " **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS OPERATIVAS Y PREVENTIVAS EN LOS PIN STATION DE UN PUERTO DE POSORJA PARA LA REDUCCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN MANIOBRAS DE ESTIBA Y LA OPTIMIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y EFICIENCIA OPERACIONAL DEL PERSONAL OPERATIVO**", ante el Tribunal de Calificación integrado por: MOLINA CAMACHO JAIME ADRIAN, Presidente(a), TOALA CABRERA TYRONE STEVEN en calidad de Vocal; y, HIDALGO SANTOS NEYLA MARIA que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	60.00
DEFENSA ORAL	39.83
PROMEDIO	99.83
EQUIVALENTE	EXCELENTE

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 10:00 horas.



Escanea el código QR para
firmar digitalmente este
documento.
JAIME ADRIAN
MOLINA CAMACHO

MOLINA CAMACHO JAIME ADRIAN
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



Escanea el código QR para
firmar digitalmente este
documento.
TYRONE STEVEN
TOALA CABRERA

TOALA CABRERA TYRONE STEVEN
VOCAL



Escanea el código QR para
firmar digitalmente este
documento.
NEYLA MARIA
HIDALGO SANTOS

HIDALGO SANTOS NEYLA MARIA
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



Escanea el código QR para
firmar digitalmente este
documento.
MICHAEL ENRIQUE
SAUHING CARCELEN

ING. SAUHING CARCELEN MICHAEL ENRIQUE
MAGISTER

Dedicatoria

A Emi...

Espero algún día poder enseñarte el mundo y ser tu ejemplo. Hasta el momento seguiré aprendiendo de ti.

- Karen López L.

A Alynne...

Espero que veas que todo esfuerzo que hacemos por ti se verá reflejado en el futuro.

- Michael Sauhing C.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia por ser mi gran sustento y apoyo en cada paso que doy. Soy una parte de cada uno de ustedes.

- Karen López L.

A mi familia (padres, hermanos, esposa e hija), por ser ese gran apoyo en todas las decisiones que he tomado a lo largo de mi vida.

- Michael Sauhing C.

Resumen

En los Pin Station de un puerto de Posorja, la interacción persona - vehículo y las deficiencias en señalización, delimitación e iluminación incrementaron la exposición del personal a golpes, colisiones y caídas durante la manipulación de twistlocks en maniobras de estiba, por lo tanto, se necesita diseñar e implementar mejoras operativas y preventivas (rediseño de casetas, señalización estandarizada e iluminación) y validar su efecto sobre los indicadores de riesgo y las condiciones del entorno de trabajo. En la investigación se emplearon APR y Fine - Kinney para priorización de riesgos; checklist conforme ISO 3864/ISO 7010 para señalización; luxometría siguiendo NTP 211/INSST; y análisis documental de TRIR, LTIFR y near miss, complementado con observación in situ, esto nos dio como resultado que en la línea base: existía un 67% de falencias en el checklist e iluminación insuficiente.

En 2025 se registraron 30 incidentes y 3 accidentes con tiempo perdido. La intervención incluyó casetas reforzadas con piso antideslizante, balizas estroboscópicas, iluminación LED y señalización reflectiva. El paquete integrado de controles, priorizando ingeniería, redujo la exposición a riesgos físicos y mecánicos en los Pin Station y fortaleció el SG-SST del terminal; se recomendó mantener mediciones periódicas de iluminación e inspecciones para asegurar la sostenibilidad de las mejoras.

Palabras clave: Pin Station; Seguridad y Salud en el Trabajo; Evaluación de riesgos; Señalización de seguridad; Iluminación; Controles de ingeniería.

Abstract

At the Pin Stations of a port in Posorja, person–vehicle interaction combined with deficiencies in signage, demarcation, and lighting increased exposure to strikes, collisions, and falls during twistlock handling in stevedoring operations. This study aimed to design and implement operational and preventive improvements and to evaluate their impact on risk indicators and workplace conditions. A mixed - methods safety assessment was conducted using Job Safety Analysis (JSA) and the Fine - Kinney method for risk prioritization; a checklist aligned with ISO 3864 and ISO 7010 for signage conformity; lux measurements following NTP 211/INSST; and documentary analysis of TRIR, LTIFR, and near-miss records, complemented by in-situ observation. As a results, the baseline measurements identified 67% nonconformities in the signage checklist and insufficient lighting levels.

In 2025, 30 incidents and 3 lost-time accidents were recorded. The intervention - reinforced booths with anti - slip flooring, strobe beacons, LED lighting, and reflective standardized signage - was implemented, prioritizing engineering controls. The integrated control package reduced exposure to physical and mechanical risks at Pin Stations and strengthened the terminal's HSE management system. Sustained effectiveness requires periodic lighting assessments and routine inspections to ensure the longevity and compliance of implemented improvements.

Keywords: Pin Station; Occupational Safety and Health (OSH); Risk Assessment; Safety Signage; Lighting; Engineering Controls.

Lista de Figuras

Figura 1.....	26
Figura 2.....	26
Figura 3.....	27
Figura 4.....	28
Figura 5.....	29
Figura 6.....	29
Figura 7.....	31
Figura 8.....	33
Figura 9.....	33
Figura 10.....	35
Figura 11.....	35

Lista de Tablas

Tabla 1.....	10
Tabla 2.....	11

Índice / Sumario

Introducción.....	1
CAPÍTULO I: El Problema de la Investigación.....	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Delimitación del problema.....	5
1.3 Formulación del problema.....	5
1.4 Preguntas de investigación.....	6
1.5 Objetivos.....	6
1.5.1 Objetivo general.....	6
1.5.2 Objetivos específicos.....	6
1.6 Hipótesis.....	7
1.7 Justificación.....	7
1.8 Declaración de las variables (Operacionalización).....	10
CAPÍTULO II: Marco Teórico Referencial.....	13
2.1 Antecedentes Referenciales.....	13
2.2 Marco Conceptual.....	16
2.2.1 Variable independiente: Paquete integrado de mejoras en los Pin Station.....	16
2.2.2 Variable dependiente: Riesgos laborales en los Pin Station.....	17
2.2.3 Relación conceptual entre las variables.....	18
2.3 Marco Teórico.....	19
2.3.1 Gestión de la SST por sistemas: jerarquía de controles y marco ecuatoriano.....	19
2.3.2 Seguridad portuaria: lineamientos OIT/IMO y su aterrizaje operativo.....	19
2.3.3 Señalización y gestión visual del riesgo.....	20
2.3.4 Iluminación laboral: confort visual y seguridad operativa.....	21
2.3.5 Análisis y priorización del riesgo: Fine Kinney.....	21
2.3.6 Contexto operativo del caso de estudio.....	21

CAPÍTULO III: Diseño Metodológico.....	22
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	22
3.2 La población y la muestra.....	22
3.3 Los métodos y las técnicas.....	23
3.4 Procesamiento estadístico de la información.....	24
CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados.....	25
4.1 Análisis e Interpretación de Resultados.....	25
4.2 Resultados del diagnóstico inicial.....	25
4.2.1 KPI's 2025.....	25
4.2.2 Análisis de Riesgos Inherentes.....	27
4.2.3 Condiciones encontradas en observación directa.....	27
4.2.4 Niveles iniciales de iluminación (lux).....	30
4.3 Resultados del diagnóstico final.....	31
4.3.1 KPI's 2026.....	31
4.3.2 Análisis de Riesgos Residuales.....	31
4.3.3 Condiciones encontradas en observación directa después de la implementación del paquete de mejoras.....	32
4.3.4 Niveles finales de iluminación (lux).....	36
CAPÍTULO V: Conclusiones, Discusión y Recomendaciones.....	37
5.1 Discusión.....	37
5.2 Conclusiones.....	38
5.3 Recomendaciones.....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
ANEXOS.....	46
Apéndice A.....	46
Apéndice B.....	47
Apéndice C.....	48

Apéndice D.....	51
Apéndice E.....	54
Apéndice F.....	56
Apéndice G.....	58

Introducción

En toda industria ya sea de servicios o manufacturera la Seguridad Industrial se ha consolidado como un eje central estratégico, principalmente en empresas que presentan actividades de alto riesgo, como lo es el sector portuario. El principal riesgo presente en los puertos es la operación de equipos de gran tonelaje acompañado de la interacción hombre - máquina constante; es por ello por lo que se tiene el desafío perenne de mantener condiciones laborales seguras acompañadas de una operación eficiente.

En un mundo globalizado, los puertos que reciben buques portacontenedores están en constante crecimiento, generando nuevos desafíos operativos, desarrollo tecnológico y automatización progresiva lo que retribuye en la necesidad de un sistema de seguridad sólido que garantice la continuidad del negocio, sostenibilidad a largo plazo, responsabilidad social y protección de los colaboradores. Basados en la normativa tanto nacional como internacional, se promueve la ejecución de sistemas de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo esto abarca tanto la identificación, evaluación y control de los riesgos. El cumplimiento de la normativa siempre repercute en un espacio seguro de trabajo, pero este debe ser acompañado de una ejecución y compromiso de las compañías, caso contrario ésta queda obsoleta.

En el marco legal ecuatoriano la implementación de mejoras de seguridad no solo es considerada como una necesidad operativa, sino que se define como una obligación. Basados en la Constitución de la República, en su artículo 326, numeral 5, se especifica que toda empresa empleadora debe garantizar el derecho de realizar sus actividades laborales en un ambiente seguro que conserve la integridad física y la salud de sus colaboradores. Además, en el Decreto Ejecutivo 255 recientemente emitido, se rectifica la obligatoriedad de garantizar entornos laborales seguros mediante la identificación de riesgos.

En el Puerto de Posorja donde se desarrolla el presente proyecto de investigación, es

definido como el más avanzado del Ecuador, diseñado para recibir buques portacontenedores de gran calado, así también se recibe una gran cantidad de vehículos externos con gran capacidad de carga. Esta empresa realiza operaciones de embarque y descarga de contenedores mediante grúas pórtico, para ello se cuenta con actividades críticas como la colocación, retiro y almacenamiento de twistlocks en la zona de Pin Station. Esta área presenta una gran afluencia de tránsito de camiones internos, o también denominados ITV's (Internal Transfer Vehicle), los cuales tienen una capacidad de carga de 70 Tn, en esta área el personal realiza la manipulación y movimiento de twistlocks de pie y de forma directa y cercana con los equipos móviles.

La problemática que surge en la zona de Pin Station se puede evidenciar mediante la observación directa de las operaciones, con áreas de resguardo para el personal ineficientes, falta de señalización e iluminación, desorganización en el armado y almacenamiento de herramientas. En base a esto se puede evidenciar la falta de incorporación de la jerarquía de controles en las operaciones por lo que se empleará el uso de observación directa, entrevistas y mediciones de higiene industrial para el levantamiento información; por lo que se requiere un análisis profundo mediante herramientas como el Análisis Preliminar de Riesgos – APR y método William Fine sobre las deficiencias y la implementación de mejoras para mitigar los riesgos presentes.

Este proyecto busca implementar mejoras operativas y preventivas en los Pin Station para contribuir en una reducción significativa de los riesgos y alcanzar el cumplimiento de la normativa ecuatoriana y estándares internacionales en pro de la salud y seguridad de los colaboradores y el fortalecimiento de la cultura preventiva, para proteger al personal y bienes de la compañía.

El presente proyecto de investigación se estructura en cinco capítulos. El Capítulo I desarrolla qué problema se va a investigar estableciendo el planteamiento del problema, su delimitación, preguntas a investigar, objetivos, hipótesis y la declaración de variables

influyentes. El Capítulo II describe el marco teórico, detallando los antecedentes, marco conceptual y teórico. Mientras, que el Capítulo III detalla el diseño metodológico a usar en el proyecto estableciendo el tipo y diseño de investigación, además de las fuentes de datos, instrumentos y técnicas de recolección para el procesamiento estadístico de la información. El Capítulo IV se basa en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos. Finalmente, el Capítulo V presenta la discusión, conclusiones y recomendaciones orientadas a la mejora continua del sistema de seguridad industrial del puerto.

En función de la problemática identificada, el presente estudio se orientó al cumplimiento de cuatro objetivos específicos: identificar los riesgos laborales presentes en los Pin Station, diseñar mejoras preventivas y operativas bajo el enfoque de la jerarquía de controles, implementar y validar dichas mejoras mediante indicadores de desempeño en seguridad, y finalmente elaborar un modelo de mejora continua integrado al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo del terminal portuario.

CAPÍTULO I: El Problema de la Investigación

1.1 Planteamiento del problema

En los puertos que reciben buques portacontenedores se realizan actividades de descarga y embarque de contenedores, esto deriva que sean definidos como compañías de alto riesgo en donde se tiene la interacción constante de personas con equipos móviles de gran tonelaje. Lo que repercute en una mayor exposición al personal, que si no se identifica y controla adecuadamente deriva en accidentes e incidentes laborales, generando daños materiales y lesiones en los colaboradores.

La zona de Pin Station realiza actividades de colocación, retiro y almacenamiento de twistlocks, en donde se puede constatar que presenta condiciones de riesgos, como espacio de tránsito de equipos móviles reducido, falta de iluminación, señalización deficiente y falta de zonas seguras definidas. Esto genera condiciones que favorecen el aumento de riesgo de caída al mismo nivel, golpes y colisión con equipos móviles. También, dentro de este giro de negocio está el cumplimiento de la productividad y mantener siempre el mejor nivel de servicio. Lo que tiende a propiciar actos y condiciones inseguras que normalizan el riesgo con el objetivo de ahorrar tiempo y esfuerzo; lo que crea una disociación en los principios de seguridad y salud en el trabajo y los estándares operativos definidos por la compañía.

En base a todo lo anteriormente expuesto, se encuentra la necesidad de examinar las condiciones operativas y de seguridad presentes en el área, para poder contestar la interrogante de cómo contribuyen a la exposición de riesgos del personal dentro un periodo específico de investigación.

1.2 Delimitación del problema

Este proyecto de investigación está centrado en el área de Pin Station de un Puerto ubicado en Posorja, durante las actividades de retiro, colocación y almacenamiento de twistlocks para el estudio de condiciones físicas y operativas. Además, se realizará el análisis de riesgos laborales tanto físicos como mecánicos y su relación con la exposición de riesgos laborales al personal; pero no se abordarán los de carácter psicosocial, ambiental o relacionados con personal externo no perteneciente a la compañía. Por añadidura, este estudio será desarrollado exclusivamente en áreas operativas y se incluirá únicamente a los estibadores que intervienen de manera directa con las operaciones, los cuales serán analizados en los turnos operativos rotativos definidos por la empresa y en el tiempo correspondiente al desarrollo del proyecto de investigación.

El presente proyecto mantiene un enfoque exclusivamente orientado a la Seguridad Industrial y Salud en el Trabajo dentro del entorno portuario, priorizando el análisis y control de riesgos físicos y mecánicos asociados a iluminación, señalización, interacción persona-vehículo y condiciones operativas de los Pin Station. Por tanto, no se abordan componentes pedagógicos, educativos o conductuales relacionados con procesos formativos, metodologías de enseñanza o evaluación del aprendizaje del personal operativo.

1.3 Formulación del problema

¿Cómo se relacionan las condiciones operativas y físicas de los Pin Station con la exposición de riesgos laborales de los estibadores que realizan las actividades de retiro, colocación y almacenamiento de twistlocks en un puerto de Posorja?

1.4 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los principales riesgos laborales asociados a las condiciones actuales de los Pin Station en el puerto de Posorja?
- ¿Qué mejoras operativas y preventivas pueden implementarse para reducir la exposición a dichos riesgos?
- ¿Qué impacto tendrá el rediseño de los Pin Station en la seguridad y eficiencia del personal operativo?
- ¿Cómo puede integrarse este proceso de mejora dentro del sistema de gestión de seguridad industrial del puerto?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Diseñar e implementar mejoras operativas y preventivas en los Pin Station del puerto de Posorja, con el fin de reducir los riesgos laborales asociados a las maniobras de estiba, optimizando las condiciones de seguridad del personal involucrado en dichas tareas.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Identificar y evaluar los principales riesgos laborales presentes en los Pin Station mediante la aplicación de metodologías de análisis de riesgo (Análisis Preliminar de Riesgos - APR y método William Fine), para determinar los factores críticos que afectan la seguridad de los trabajadores.

2. Diseñar propuestas de mejora técnica y preventiva que incluyan rediseño físico, implementación de señalización bajo norma INEN-ISO 3864, delimitación de áreas seguras y estrategias de control basadas en la jerarquía de controles.

3. Implementar y validar las mejoras propuestas mediante observación directa, medición de indicadores de riesgo (TRIR, tasa de incidentes registrables y LTIFR, lesiones con tiempo perdido) y retroalimentación del personal operativo, evaluando su impacto en la reducción de incidentes y mejora de las condiciones laborales.

4. Elaborar un modelo de gestión de mejora continua para los Pin Station, integrando los resultados obtenidos en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) del puerto, garantizando la sostenibilidad de las acciones implementadas.

1.6 Hipótesis

La implementación integrada de mejoras en Pin Station, priorizando controles de ingeniería y eliminación/sustitución, estandarizando la señalización y optimizando la iluminación, va a reducir significativamente ($\geq 10\%$) la tasa de incidentes registrables en 6 meses, respecto a la línea base.

1.7 Justificación

Las operaciones de estiba de contenedores en Pin Station, puntos destinados al retiro y colocación de twistlocks, integran la interacción directa entre personas y equipos pesados en espacios reducidos y de alta demanda operativa. La evidencia de controles físicos insuficientes y señalización no estandarizada incrementa la probabilidad de incidentes con consecuencias graves, desde lesiones leves hasta atrapamientos y caídas al mismo nivel. Bajo este contexto, se justifica un proyecto que rediseñe el entorno de trabajo, priorice la eliminación/sustitución de peligros, implemente controles de ingeniería y estandarice la señalización e iluminación, con el fin de disminuir la exposición al riesgo y mejorar la eficiencia operacional.

El proyecto se sustenta en un marco de referencia internacional robusto:

OIT - Convenio 155 (1981): reconoce el derecho a un entorno de trabajo seguro y saludable como principio fundamental, e impulsa políticas nacionales y en el lugar de trabajo orientadas a la prevención y a la mejora continua.

ISO 45001:2018: provee el marco para un SG-SST basado en el ciclo PHVA y exige aplicar la jerarquía de controles (eliminar, sustituir, controles de ingeniería, administrativos, y EPP) para tratar peligros y reducir riesgos de manera efectiva.

Señalización y colores de seguridad - ISO 3864 (partes 1, 2, 3 y 4 vigentes) y ISO 7010 (pictogramas registrados): establecen la codificación de colores, formas y principios de diseño para señales de seguridad, minimizando ambigüedades y favoreciendo la rápida comprensión en entornos con riesgos múltiples.

Iluminación - NTP 211 (INSST) y criterios técnicos INSST (2015): aportan guías prácticas sobre niveles de iluminancia, uniformidad y control de deslumbramientos, variables críticas para reducir errores y fatiga visual en maniobras de ajuste y verificación de twistlocks.

Se implementará señalización estandarizada, mediante la aplicación de las normas ISO 3864 (colores/formatos) e ISO 7010 (pictogramas), con ubicaciones que aseguren visibilidad y contraste.

Iluminación: diseño conforme a NTP 211 e INSST (2015), con criterios de iluminación, uniformidad y control de deslumbramientos.

En cuanto a la metodología que se utilizará durante el desarrollo del proyecto, se emplea un enfoque mixto (cualitativo - cuantitativo):

- APR (Análisis Preliminar de Riesgos) para identificar peligros en fases tempranas de rediseño y cambios operativos.
- Método William T. Fine (Fine - Kinney) para priorizar riesgos mediante el índice $R = \text{Probabilidad} \times \text{Exposición} \times \text{Consecuencia}$, justificando técnica y económicamente los controles.

Se espera una reducción significativa de la exposición a peligros en Pin Station y claridad situacional (señalética e iluminación), así como estandarización de prácticas seguras replicables en otras zonas del terminal. A nivel académico, el proyecto aporta un modelo integrador que combina jerarquía de controles y señalización estandarizada, contribuyendo al cuerpo de conocimiento sobre seguridad industrial portuaria.

Las posibles barreras del proyecto incluyen limitaciones de espacio y presupuesto. Se proponen estrategias de implantación gradual dentro del SG-SST y la aplicación sistemática de gestión del cambio (ISO 45001) para asegurar la sostenibilidad de las mejoras.

La mejora integral de Pin Station es pertinente, viable e innovadora: aterriza estándares internacionales de SST y señalización en un entorno de alta exigencia operativa, con impacto directo en el bienestar de los trabajadores, la eficiencia y la sostenibilidad del puerto de Posorja. Su enfoque basado en prevención, diseño seguro y mejora continua se alinea con las mejores prácticas globales, ofreciendo una base sólida para su implementación.

1.8 Declaración de las variables (Operacionalización)

Tabla 1

Variable independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones / Indicadores	Instrumento / Fuente	Momento de medición
Paquete integrado de mejoras en Pin Station	Conjunto de acciones preventivas que priorizan controles de mayor eficacia para reducir exposición y probabilidad de daño la operación.	Implementación coordinada de: <ol style="list-style-type: none"> 1. Controles de ingeniería. 2. Señalización conforme ISO 3864 (color/forma) + ISO 7010 (pictogramas registrados). 3. Optimización de iluminación conforme INSST NTP 211 e INSST 2015. 4. Controles administrativos (POEs, permisos, inducción). 5. EPP como última barrera 	Índice de Intensidad de Intervención (0-100): <ul style="list-style-type: none"> ● Ingeniería (0-40) ● Señalización 3864 / 7010 (0-30) ● Iluminación (0-20) ● Administrativos / EPP (0-10) Intervención completa si la sumatoria es ≥ 80 .	<ul style="list-style-type: none"> ● Check list de proyecto ● Checklist ISO 3864/7010 (señales) ● Mediciones de luxes. ● Revisión de POE's actualizados. 	Línea base (2025); seguimiento: 1er trimestre 2026

Nota. Definición conceptual y operacional del paquete integrado de mejoras desarrollada por Karen López y Michael Sauhing.

Tabla 2

Variables dependientes

Variable / Indicador	Definición operacional	Fórmula / Unidad	Instrumento / Fuente	Criterio de éxito	Momento
Riesgo residual (Fine Kinney)	Puntaje R por tarea/área en Pin Station posterior a intervención (R = P×E×C).	Índice adimensional (escalas estándar Fine Kinney).	Plantilla Fine Kinney	↓ ≥ 5% vs. línea base y mejora de categoría de riesgo.	Base, Mes 3, Mes 6, Mes 9
TRIR (tasa de incidentes registrables)	Incidentes registrables por horas trabajadas.	TRIR = (Incidentes × 200.000) / Horas trabajadas	Registros SG SST del terminal.	↓ ≥ 5% frente a línea base.	Base, Mes 3, Mes 6, Mes 9
LTIFR (lesiones con tiempo perdido)	Lesiones con tiempo perdido por horas trabajadas.	LTIFR = (LTI × 1.000.000) / Horas trabajadas	Registros SG SST del terminal.	↓ ≥ 5% frente a línea base.	Base, Mes 3, Mes 6, Mes 9
Near miss rate (cuasi accidentes)	Cuasi accidentes por 10.000 horas trabajadas.	Near miss rate = (Near miss × 10.000) / Horas Trabajadas	Reportes internos del SG SST.	↓ ≥ 5% frente a línea base.	Base, Mes 3, Mes 6, Mes 9

Iluminación – lux deslumbramientos	Iluminancia (lux) en plano de trabajo, observación de deslumbramientos.	Lux + registro de deslumbramiento	Luxómetro calibrado + checklist de deslumbramientos.	Cumplimiento de niveles + menor reportes de deslumbramiento.	Base, Mes 3, Mes 6 (día/noche)
---------------------------------------	---	--------------------------------------	--	--	--------------------------------------

Nota. Operacionalización de variables dependientes elaboradas por Karen López y Michael Sauhing a partir de metodologías Fine Kinney y métricas de desempeño SG-SST (TRIR y LTIFR).

CAPÍTULO II: Marco Teórico Referencial

2.1 Antecedentes Referenciales

El estudio de la seguridad y salud en el trabajo en entornos portuarios ha cobrado especial relevancia en las últimas décadas, debido al crecimiento del comercio marítimo, la intensificación de las operaciones logísticas y la creciente interacción entre trabajadores y equipos de gran capacidad. A nivel internacional, diversos estudios han evidenciado que las operaciones de estiba y desestiba de contenedores representan uno de los escenarios con mayor exposición a riesgos laborales, particularmente en aquellos puntos donde persiste la intervención manual dentro de procesos altamente mecanizados.

Investigaciones desarrolladas en puertos de Europa y Asia han demostrado que los accidentes laborales en terminales de contenedores se concentran, en gran medida, en áreas de apoyo operativo, tales como zonas de acopio de equipos, estaciones de manipulación manual (Pin Stations) y puntos de transición entre procesos automatizados y manuales. Autores internacionales señalan que la falta de integración de criterios ergonómicos en el diseño de estaciones de trabajo portuarias incrementa la probabilidad de accidentes e incidentes, especialmente en trabajadores expuestos a tránsito, exposición e interacción continua con vehículos de gran tonelaje (Yen, 2024).

Desde la perspectiva de la seguridad industrial aplicada a entornos portuarios, diversas investigaciones han analizado los riesgos asociados a condiciones físicas y mecánicas presentes en estaciones de trabajo operativas. Estudios desarrollados en terminales de contenedores europeos evidencian que la iluminación deficiente, la falta de delimitación de áreas, y la interacción no controlada entre trabajadores y vehículos pesados constituyen factores determinantes en la ocurrencia de accidentes laborales. Diversos estudios señalan que

las zonas operativas con baja visibilidad y tránsito simultáneo de camiones incrementan significativamente la probabilidad de colisiones, golpes y atropellos, especialmente en áreas donde el trabajador realiza tareas manuales cercanas a equipos móviles. Estos hallazgos resaltan la necesidad de analizar estaciones de trabajo específicas, como los Pin Station, donde convergen riesgos físicos y mecánicos derivados del entorno y de la dinámica operativa (A. et al., 2018).

Desde el enfoque de la gestión de riesgos laborales, diversos estudios han aplicado metodologías de identificación y evaluación de peligros en puertos, concluyendo que los riesgos físicos (iluminación, visibilidad, señalización) y mecánicos (golpes, colisiones, atrapamientos) son recurrentes en estaciones de trabajo cercanas a flujos vehiculares. Pallis (A. et al., 2017) destacan que las interfaces hombre-máquina o vehículo constituyen uno de los principales desafíos de la seguridad portuaria, especialmente en áreas donde no existen barreras físicas ni delimitaciones claras de tránsito.

En el contexto latinoamericano, investigaciones realizadas en puertos de Chile y Perú coinciden en que una proporción significativa de incidentes y accidentes laborales se origina en condiciones subestándar del entorno físico, como iluminación deficiente, delimitación inadecuada y ausencia de controles de tráfico interno. Estos estudios evidencian que la mejora de las condiciones físicas de las estaciones de trabajo y la gestión del tránsito interno contribuyen a la reducción de eventos no deseados, sin afectar la productividad operativa (Asociación Chilena de Seguridad., 2019, 18).

A nivel nacional, la producción científica relacionada con la seguridad industrial portuaria en el Ecuador presenta una escasa literatura académica específica en repositorios indexados; sin embargo, estudios desarrollados en sectores logísticos e industriales evidencian que los riesgos físicos y mecánicos continúan siendo una de las principales causas de

accidentes laborales. Investigaciones locales señalan que, pese a la existencia de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, persisten deficiencias en la aplicación de controles operacionales en áreas de alto tránsito vehicular y baja visibilidad.

En terminales portuarios ecuatorianos se ha identificado que las áreas de apoyo operativo presentan condiciones que favorecen la ocurrencia de golpes y colisiones, debido a la interacción directa entre personal operativo y camiones. Estas condiciones se agravan durante turnos nocturnos, donde la iluminación artificial no siempre garantiza una visibilidad adecuada. No obstante, se evidencia una ausencia de estudios específicos enfocados a zona de trabajo como los Pin Station siendo estaciones de trabajo críticas, lo que constituye una laguna de conocimiento relevante para el presente proyecto de investigación (Ministerio de Trabajo del Ecuador, 2017).

Desde el punto de vista metodológico, los antecedentes revisados emplean principalmente diseños descriptivos y correlacionales para analizar la relación entre condiciones físicas del entorno operativo y la ocurrencia de accidentes laborales. Esta tendencia respalda el enfoque correlacional del presente proyecto, orientado a analizar la relación entre las condiciones físicas y mecánicas de los Pin Station y la exposición a riesgos laborales en el puerto de Posorja.

En síntesis, los antecedentes referenciales evidencian que los riesgos físicos y mecánicos asociados a iluminación, visibilidad, tránsito de vehículos internos y golpes constituyen un problema recurrente en entornos portuarios. La limitada evidencia científica específica sobre los Pin Station refuerza la necesidad de desarrollar un proyecto de investigación que contribuya al fortalecimiento de la seguridad industrial en el contexto portuario ecuatoriano.

2.2 Marco Conceptual

El marco conceptual tiene como finalidad establecer con claridad los conceptos fundamentales y las definiciones operacionales de las variables que estructuran el presente proyecto de investigación, permitiendo la precisión terminológica y la coherencia metodológica durante el desarrollo del estudio. En este sentido, se definen la variable independiente y la variable dependiente, así como los principales indicadores que permiten su medición objetiva en el contexto de los Pin Station del puerto de Posorja.

2.2.1 Variable independiente: Paquete integrado de mejoras en los Pin Station

Desde una perspectiva conceptual, la variable independiente denominada paquete integrado de mejoras en los Pin Station se define como el conjunto de acciones preventivas coordinadas, priorizadas bajo el enfoque de la jerarquía de controles, orientadas a reducir la exposición y probabilidad de ocurrencia de riesgos físicos y mecánicos durante las operaciones de retiro, colocación y almacenamiento de twislocks. Este paquete integra controles de ingeniería, señalización, optimización de la iluminación, controles administrativos y el uso de equipos de protección personal como última barrera. Operacionalmente, la variable se materializa a través de la implementación estructurada de cinco componentes principales:

1. Controles de ingeniería en el entorno del Pin Station.
2. Señalización conforme a la norma ISO 3864 y la norma ISO 7010.
3. Optimización de los niveles de iluminación conforme a los criterios establecidos por el INSST y el NIOSH.
4. Controles administrativos, tales como procedimientos operativos estandarizados, QRA o análisis de riesgos al puesto y lugar de trabajo.
5. Uso de equipos de protección personal como medida complementaria.

La medición de esta variable se realiza mediante un Índice de Intensidad de Intervención (0 - 100), el cual permite cuantificar el nivel de implementación de las mejoras. Este índice se compone de las siguientes dimensiones e indicadores: ingeniería (0 - 40 puntos), señalización (0 - 30 puntos), iluminación (0 - 20 puntos) y controles administrativos / EPP (0 - 10 puntos). Se considera que la intervención es completa cuando la sumatoria alcanza o supera los 80 puntos. La información se obtiene mediante listas de verificación del proyecto, checklist de señalización y mediciones de iluminación con luxómetro calibrado.

2.2.2 Variable dependiente: Riesgos laborales en los Pin Station

La variable dependiente corresponde a los riesgos laborales presentes en los Pin Station, entendidos como la probabilidad de ocurrencia de eventos (accidentes o incidentes) no deseados que puedan generar lesiones a las personas, daños a bienes o interrupciones operativas, derivados de condiciones físicas y mecánicas del entorno de trabajo. En el contexto portuario, estos riesgos se asocian principalmente a iluminación deficiente, visibilidad reducida, golpes contra estructuras y colisiones con camiones u otros equipos móviles. Desde el punto de vista operacional, los riesgos laborales se evalúan mediante indicadores cuantitativos y objetivos que permiten analizar su comportamiento antes y después de la implementación de mejoras. Entre los principales indicadores se encuentran:

- Riesgo residual (Fine - Kinney): Expresado como el puntaje R por tarea o área del Pin Station posterior a la intervención, calculado mediante el producto de probabilidad, exposición y consecuencia ($R = P \times E \times C$).
- TRIR (Total Recordable Incident Rate): Tasa de incidentes registrables por cada 200.000 horas trabajadas, utilizada como indicador estándar de desempeño en seguridad.
- LTIFR (Lost Time Injury Frequency Rate): Tasa de lesiones con tiempo perdido por

cada millón de horas trabajadas.

- Near - Miss rate (Tasa de cuasi - Accidentes): Número de cuasi - accidentes reportados por cada 10.000 horas trabajadas.
- Iluminación (lux) y deslumbramientos: Nivel de iluminación medido en el plano de trabajo y registro de eventos de deslumbramiento, evaluados mediante luxómetro calibrado y checklist específico.

Estos indicadores permiten evaluar de manera objetiva la variación del nivel de riesgo laboral, considerando como criterio de éxito reducciones iguales o superiores al 5% respecto a la línea base en los indicadores de seguridad y mejoras medibles en las condiciones de iluminación.

2.2.3 Relación conceptual entre las variables

La relación entre la variable independiente y la variable dependiente se sustenta en el principio de que la implementación sistemática de controles preventivos priorizados influye directamente en la reducción del riesgo residual y en la disminución de eventos asociados a riesgos físicos y mecánicos. En este sentido, el paquete integrado de mejoras en los Pin Station actúa como un factor que modifica las condiciones del entorno operativo, impactando en la probabilidad y severidad de incidentes relacionados con iluminación deficiente, golpes y colisiones.

El análisis de esta relación permite comprender cómo el nivel de intervención preventiva se asocia con el comportamiento de los indicadores de riesgo laboral, proporcionando evidencia empírica para la toma de decisiones en materia de seguridad industrial portuaria.

2.3 Marco Teórico

2.3.1 Gestión de la SST por sistemas: jerarquía de controles y marco ecuatoriano

La gestión moderna de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) se estructura sobre sistemas de gestión que integran el ciclo PHVA, el análisis de riesgos y la jerarquía de controles (eliminación, sustitución, controles de ingeniería, administrativos y EPP), siendo el estándar ISO 45001:2018 el referente internacional más extendido y, en el caso ecuatoriano, adoptado de manera idéntica como NTE INEN ISO 45001:2018 con carácter voluntario (Registro Oficial 276, 04/07/2018). En consecuencia, las organizaciones pueden armonizar requisitos globales con exigencias locales y demostrar desempeño preventivo bajo una única arquitectura de gestión (ISO, 2018; INEN, 2018).

En el plano normativo interno, el Decreto Ejecutivo N° 255 (02/05/2024) expide el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo y actualiza el marco regulatorio nacional (reemplazando al D.E. 2393/1986), con disposiciones sobre responsabilidades, gestión preventiva y actores del sistema, lo que exige coherencia entre las prácticas del SG SST y los requisitos regulatorios locales (Presidencia de la República del Ecuador, 2024)

El proyecto asume que la jerarquía de controles debe guiar el rediseño de Pin Station, privilegiando controles de ingeniería (p. ej., segregación de flujos, barreras) por encima de medidas administrativas o EPP, para asegurar reducciones sostenibles del riesgo y un cumplimiento normativo que trascienda la mera formalidad documental (ISO 45001).

2.3.2 Seguridad portuaria: lineamientos OIT/IMO y su aterrizaje operativo

Las operaciones en terminales de contenedores conllevan riesgos complejos por la interacción de personas, equipos móviles, cargas suspendidas y condiciones ambientales dinámicas. En este contexto, el Repertorio de recomendaciones prácticas de la OIT para

seguridad y salud en los puertos constituye la guía más completa para el diseño de sistemas de trabajo seguros, infraestructura, gestión de equipos de izaje y organización del tránsito en muelles y patios (OIT, 2005; OIT, 2018). Dichas recomendaciones se complementan con el marco técnico de la Organización Marítima Internacional (OMI) para cargas y contenedores, que incluye instrumentos obligatorios y no obligatorios (p. ej., SOLAS, CSC, IMDG, CSS), relevantes para procedimientos de manipulación, estiba y señalización operativa en terminales (IMO, s. f.). La investigación adopta el Safety by Design en Pin Station para rediseñar flujos y puntos de operación desde los principios OIT/IMO para reducir la exposición y la probabilidad de error humano, integrando estos principios con el SG SST bajo ISO 45001.

2.3.3 Señalización y gestión visual del riesgo

La gestión visual estandarizada es fundamental para prevenir confusiones y acelerar la comprensión de peligros y rutas seguras. La serie ISO 3864 define colores, formas y principios de diseño de señales, mientras que ISO 7010:2019 registra pictogramas estandarizados; en conjunto proveen un lenguaje universal que reduce ambigüedad y mejora la respuesta ante riesgos (ISO, 2024/2019).

La revisión ISO 3864 3:2024 actualiza criterios de diseño de símbolos para uso en señales de seguridad, reforzando la consistencia formal y semántica entre el pictograma y su categoría (prohibición, advertencia, obligación, equipos contra incendio y condición segura), lo que habilita mejores decisiones sobre ubicación, contraste y tamaño en entornos industriales y portuarios (ISO, 2024). El proyecto asume que la adopción de ISO 3864 + ISO 7010 debe ser integral e incluir criterios de visibilidad (altura, ángulos, luminancia de fondo) y mantenimiento para asegurar legibilidad real durante la operación. (ISO, 2024/2019).

2.3.4 Iluminación laboral: confort visual y seguridad operativa

La iluminación afecta la detección de riesgos, la lectura de señales y la precisión de maniobras. En ausencia de una norma ecuatoriana específica sobre niveles de iluminancia por tarea, las guías del INSST constituyen una referencia técnica reconocida: la NTP 211 (iluminación de los centros de trabajo) y el documento “Iluminación en el puesto de trabajo: criterios para evaluación y acondicionamiento” (2015) definen conceptos, magnitudes (lux, luminancia, uniformidad), control de deslumbramientos y criterios de medición (INSST, 1989/2015). El proyecto adopta NTP 211 + INSST 2015 como criterio técnico para diseño y verificación (mapa fotométrico, uniformidad, control de deslumbramiento), aclarando su naturaleza no obligatoria y su alineación funcional con la gestión por desempeño de ISO 45001 (INSST, 1989/2015; ISO 45001).

2.3.5 Análisis y priorización del riesgo: Fine Kinney

Para priorizar intervenciones, el método Fine Kinney calcula el riesgo como $R = P \times E \times C$, generando un índice útil para comparar peligros y justificar controles, especialmente en pymes por su simplicidad (Fine, 1971; Kinney & Wiruth, 1976). Se empleará Fine Kinney como herramienta de base (comparabilidad y comunicación), complementada con validaciones cualitativas (APR, observación) para reducir sesgos y asegurar que la priorización derive en decisiones de diseño.

2.3.6 Contexto operativo del caso de estudio

El Puerto de Aguas Profundas de Posorja inició operaciones en agosto de 2019, consolidándose como terminal de referencia para portacontenedores en Ecuador; su dinámica de expansión y altas tasas operativas implican exigencias de estandarización preventiva en áreas críticas como Pin Station (MIT, 2020; El Universo, 2025).

CAPÍTULO III: Diseño Metodológico

3.1 Tipo y diseño de investigación

En el presente proyecto se desarrollará una investigación de alcance descriptivo - comparativo y analítico básico, orientada a evaluar el comportamiento de los indicadores de riesgo laboral y de las condiciones de trabajo en los Pin Station antes y después de la implementación de mejoras operativas y preventivas. Siendo el énfasis cuantitativo, complementado con observación estructurada in situ para contextualizar hallazgos, esta decisión metodológica se alinea con el enfoque de desempeño del SG SST definido por ISO 45001 y su adopción ecuatoriana NTE INEN ISO 45001:2018.

El diseño será longitudinal pre - post con diagnóstico de línea base y mediciones subsiguientes en los mismos puntos, tal como se operacionaliza en el apartado 3.4; la comparación se centra en variaciones absolutas y relativas de TRIR, LTIFR, near miss, lux y riesgo residual a través del Método Fine Kinney. Adicionalmente, el diseño se ejecuta mediante observación directa con listas de verificación para condiciones y señalización conforme ISO 3864/ISO 7010; análisis documental de registros oficiales del SG SST y medición instrumental con luxómetro calibrado siguiendo INSST - NTP 211 y criterios INSST 2015 para iluminancia y uniformidad. En este contexto, el presente proyecto trasciende un análisis descriptivo, posicionándose como una investigación aplicada de carácter cuasi experimental, al comparar condiciones iniciales y posteriores a una intervención real, permitiendo evidenciar cambios medibles en las condiciones de seguridad del entorno evaluado.

3.2 La población y la muestra

Población de estudio.

Ámbito físico: Zona Pin Station del terminal de contenedores, la cual abarca las casetas y zonas operativas relacionadas.

Unidades de análisis: Indicadores de seguridad del SG-SST, como TRIR, LTIFR, Near - Miss, con sus horas trabajo asociadas.

Condiciones de trabajo: Iluminancia (lux), cumplimiento de señalización basados en el checklist ISO 3864 / ISO 7010, y riesgo residual por tarea/área analizado bajo el Método Fine-Kinney.

Población operativa vinculada: Personal que ejecuta maniobras en Pin Station para propósitos de observación y registro, siendo un total de 48 personas. Esta delimitación es consistente con el SG-SST ISO 45001 la cual permite la medición del desempeño y control operacional y con la normativa nacional basada en el D.E. 255 / 2024.

Muestra y procedimiento de selección.

Registros del SG-SST (TRIR, LTIFR, Near - Miss): Censo de todos los eventos y horas-trabajo del periodo de estudio, garantizando completitud y trazabilidad.

Iluminación: Medición en todas las cabinas de Pin Station y en puntos predefinidos de zonas operativas, siguiendo una malla de puntos y alturas de plano de trabajo conforme a NTP 211/INSST 2015 con un luxómetro con calibración vigente.

Señalización y orden: Lista de verificación aplicada de forma estructurada por subzona y turno para verificar forma / color / pictograma y ubicación / visibilidad con base en ISO 3864-3:2024 y ISO 7010:2019.

Riesgo residual (Fine - Kinney): Evaluación por tarea / área con escalas P - E - C estandarizadas y criterios de prioridad homogéneos entre mediciones.

3.3 Los métodos y las técnicas

Para el presente proyecto de investigación se emplearon métodos y técnicas que permitan la recolección de datos para su análisis, las cuales se detallan a continuación:

- **Observación directa.** - Mediante recorridos in situ, se permitirá el análisis de las condiciones físicas y mecánicas relacionadas directamente con la operación,

señalización, iluminación y demás factores.

- **Análisis documental.** - En base a los registros oficiales del Sistema de Gestión de Seguridad dentro del puerto, tales como, reportes de incidentes o accidentes, Near Miss, TRIR, LTIFR y registros de inspecciones.
- **Medición instrumental.** - A través del uso de un luxómetro calibrado para evaluar los niveles de iluminación dentro de las cabinas de Pin Station y zonas operativas.

Las técnicas de recolección de información incluyen listas de verificación, plantillas de evaluación de riesgos y formatos estandarizados propios del puerto. Los instrumentos empleados fueron validados a través de una revisión técnica con una empresa externa especializada y alineación con normativa vigente, garantizando la validez del contenido resultante. La confiabilidad asegura que mediante la aplicación consistente de los instrumentos en los distintos momentos de medición y el uso de indicadores.

3.4 Procesamiento estadístico de la información

La información analizada en el presente proyecto se obtuvo mediante un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo - comparativo, basado en la aplicación de un checklist técnico validado y mediciones instrumentales de luxometría en diferentes puntos del área operativa. Los datos recolectados fueron organizados, codificados y tabulados utilizando Microsoft Excel y se realizó un análisis comparativo entre la línea base y la condición posterior a la intervención, lo cual permitió evaluar el impacto de las mejoras implementadas en términos de reducción de condiciones subestándar. Este enfoque metodológico permitió no solo identificar las deficiencias iniciales, sino también medir de manera objetiva la efectividad de las acciones correctivas ejecutadas. Los resultados obtenidos fueron representados mediante tablas y gráficos estadísticos, facilitando su interpretación y discusión. El procesamiento estadístico constituye la base para la evaluación objetiva de la relación entre las variables de estudio y la formulación de conclusiones fundamentadas en evidencia empírica.

CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados

4.1 Análisis e Interpretación de Resultados

Este apartado presenta el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en los Pin Station del puerto de Posorja, comparando la línea base diagnóstica con los resultados posteriores a la implementación del paquete integrado de mejoras preventivas. Se evalúan indicadores como el porcentaje de falencias detectadas, el riesgo residual Fine - Kinney, los niveles de iluminación y los registros de incidentes y near miss. La información se organiza en tablas y figuras esenciales, permitiendo interpretar la evolución de los riesgos físicos y mecánicos y su relación con las condiciones operativas del entorno.

4.2 Resultados del diagnóstico inicial

4.2.1 KPI's 2025

En el 2025, se registraron 132 incidentes en el Puerto de Posorja, en donde 33 de ellos ocurrieron en la zona de Pin Station, de los cuales 13 causaron tiempo perdido; los eventos se concentraron en la tarea de movimiento de contenedores y manipulación de twistlocks, vinculados a actos inseguros y brechas de señalización, iluminación y orden en el puesto de trabajo. Estos resultados orientan la priorización de controles de ingeniería, estandarización de señalética y mejoras de iluminación.

Figura 1

TRIR 2025



Nota. Posorja Datos institucionales facilitados por el Departamento de Seguridad Industrial del Puerto de (2025); gráfica elaborada por Karen López y Michael Sauhing.

Figura 2

LTIFR 2025



Nota. Datos institucionales facilitados por el Departamento de Seguridad Industrial del Puerto de Posorja (2025); gráfica elaborada por Karen López y Michael Sauhing.

4.2.2 Análisis de Riesgos Inherentes

Para el análisis de las 14 tareas que realizan las personas que laboran en la zona de Pin Station, se utilizó la metodología Fine - Kinney, en donde se realiza la evaluación por tarea/área con escalas P - E - C estandarizadas y criterios de prioridad homogéneos entre mediciones. La evaluación diagnóstica inicial realizada da como resultado que 12 de las tareas realizadas tienen un riesgo importante y 2 de ellas representan un riesgo grave. El detalle del análisis de las 14 tareas realizado se puede encontrar en el Apéndice A.

Figura 3

Riesgos Inherentes 2025



Nota. Datos institucionales facilitados por el Departamento de Seguridad Industrial del Puerto de Posorja (2025); gráfica elaborada por Karen López y Michael Sauhing.

4.2.3 Condiciones encontradas en observación directa

La evaluación diagnóstica inicial realizada mediante el checklist de inspección de Pin Station, detallada en el Apéndice C, evidenció la presencia de un 67% de falencias en las condiciones de seguridad del área respecto a la línea base, lo que implica que más de la mitad de los criterios evaluados no cumplían con los estándares mínimos establecidos para

estaciones críticas dentro de operaciones portuarias. Entre las principales deficiencias identificadas se encontraron iluminación insuficiente, señalización limitada, delimitación inadecuada del espacio operativo y exposición del personal a riesgos físicos y mecánicos asociados a golpes y colisiones con tránsito vehicular. Frente a este escenario, la implementación de mejoras bajo el enfoque de Safety by Design permitió priorizar controles de ingeniería que modifican directamente el entorno físico, reduciendo la dependencia del comportamiento humano y del uso exclusivo de equipos de protección personal como principal barrera preventiva. El rediseño estructural de las casetas, la incorporación de iluminación LED, señalización reflectiva, balizas estroboscópicas y elementos de delimitación física contribuirán a transformar el área en un espacio más seguro por diseño, fortaleciendo el control del riesgo desde su origen y alineándose con principios modernos de gestión preventiva en seguridad industrial portuaria.

- Luminarias internas y externas no funcionales en las casetas.

Figura 4

Fallas en la iluminación en casetas de PNS.

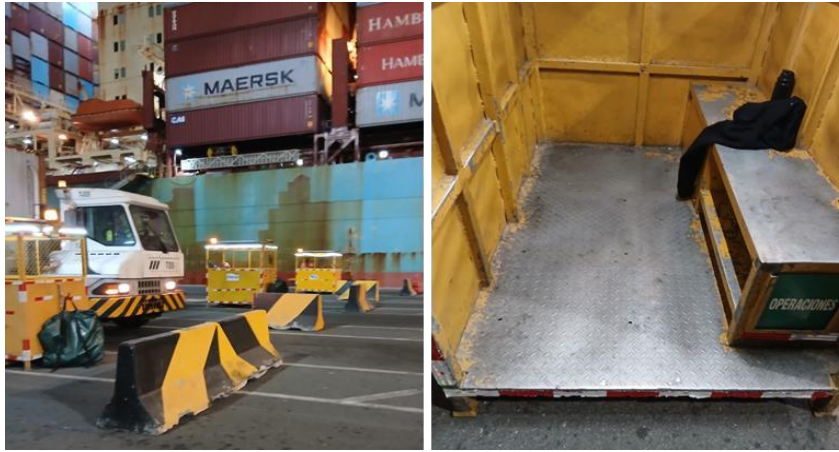


Nota. Registro fotográfico de Karen López y Michael Sauhing tomado durante la evaluación inicial de condiciones en casetas PNS.

- Señalización deficiente.

Figura 5

Deficiencias en señalización de casetas de PNS



Nota. Registro fotográfico de Karen López y Michael Sauhing tomado durante la evaluación inicial de condiciones en casetas PNS.

- Espacio reducido de circulación.

Figura 6

Caseta de PNS estrecha



Nota. Registro fotográfico de Karen López y Michael Sauhing tomado durante la evaluación inicial de condiciones en casetas PNS.

4.2.4 Niveles iniciales de iluminación (lux)

La presente evaluación de riesgo tiene como objetivo determinar el nivel de iluminación en la zona de Pin Station tanto dentro de las casetas como en los puntos de operación, con el fin de identificar y analizar los riesgos asociados a la baja iluminación durante el retiro, colocación y almacenamiento de twistlocks. La iluminación deficiente puede contribuir a accidentes de tránsito, impactos vehiculares, fatiga visual y otros incidentes propios de zonas de circulación vehicular y peatonal, poniendo en riesgo la seguridad de trabajadores y contratistas. Bajo el Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196, en su Anexo 3 (Norma Técnica de Seguridad e Higiene del Trabajo), se establece que los empleadores deben implementar medidas que eviten los riesgos físicos asociados a la iluminación, garantizando visibilidad adecuada y niveles mínimos en áreas de circulación.

Tal como se puede evidenciar en los valores encontrados en la medición Apéndice E se obtuvo un resultado mínimo de 4.35 lux y máximo de 19.68 lux los cuales son claramente insuficientes para permitir visibilidad nocturna segura para cualquier transeúnte, aumentando el riesgo de accidentes, colisiones, tropiezos y errores de operación; requiriendo una intervención e implementación de mejoras. Por ende, los resultados no cumplen con la exigencia de contar con niveles mínimos de iluminación (100 lux) en áreas de circulación vehicular y peatonal, considerando principios técnicos de seguridad y la exigencia normativa de iluminación mínima en pasillos y zonas de tránsito establecida en listas de verificación del Acuerdo Ministerial. Las mediciones se realizan mediante un muestreo de iluminación con luxómetro de propiedad del puerto de Posorja, marca SPER SCIENTIFIC, modelo 36605, Serial No. 086840; cuyo certificado de calibración se encuentra en el Apéndice G.

4.3 Resultados del diagnóstico final

4.3.1 KPI's 2026

Luego de la implementación de los controles definidos en el presente proyecto de investigación, durante el transcurso del 2026, no han ocurrido incidentes que sean imputables a los indicadores TRIR y LTIFR.

4.3.2 Análisis de Riesgos Residuales

Para el análisis del riesgo residual de las 14 tareas que realizan las personas que laboran en la zona de Pin Station, se utilizó la metodología Fine - Kinney, en donde se realiza la evaluación por tarea/área con escalas P - E - C estandarizadas y criterios de prioridad homogéneos entre mediciones. Se agregaron los nuevos controles implementados como parte de las medidas que se adicionan para la nueva evaluación de los riesgos, dando como resultado la disminución en variable de Probabilidad, teniendo la reducción a 11 riesgos en la categoría de tolerable y 3 en la categoría importante. El detalle del análisis de las 14 tareas y su riesgo residual se puede encontrar en el Apéndice B.

Figura 7

Riesgos Residuales 2026



Nota. Datos institucionales facilitados por el Departamento de Seguridad Industrial del Puerto de Posorja (2026); gráfica elaborada por Karen López y Michael Sauhing.

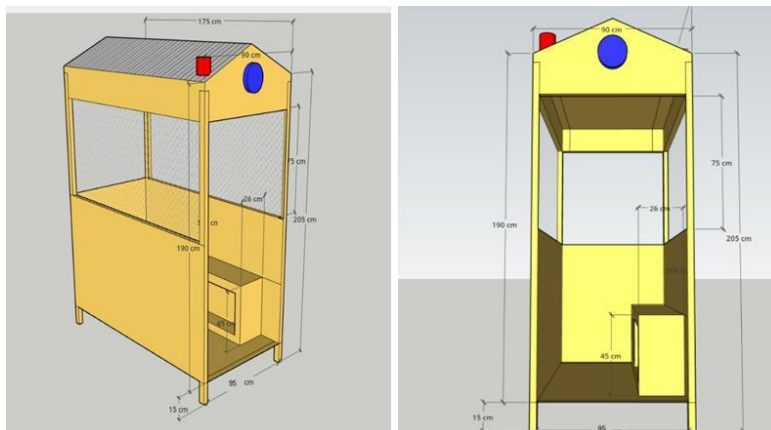
4.3.3 Condiciones encontradas en observación directa después de la implementación del paquete de mejoras

Como parte del paquete integrado de mejoras preventivas en los Pin Station del puerto de Posorja, se desarrolló e implementó la fabricación de un nuevo prototipo de caseta operativa, orientado a reducir la exposición del personal a riesgos físicos y mecánicos asociados a golpes, colisiones y condiciones subestándar del entorno, aplicando el enfoque de la jerarquía de controles para priorizar intervenciones desde la fuente del riesgo. Aunque no fue posible eliminar completamente la interacción entre trabajadores y vehículos debido a la naturaleza operativa del área portuaria, se ejecutaron controles de sustitución mediante el rediseño de las casetas tradicionales hacia una estructura reforzada de acero galvanizado con acabado reflectivo, garantizando mayor durabilidad y visibilidad en condiciones críticas. La intervención incluyó la incorporación de mallas laterales de protección, piso antideslizante y cintas reflectivas perimetrales para mejorar la delimitación del área y la identificación visual del Pin Station durante maniobras con tránsito vehicular.

Asimismo, se implementaron controles de ingeniería como la instalación de balizas estroboscópicas en los extremos de la caseta y un sistema de iluminación interna tipo LED, alimentado parcialmente por paneles solares, asegurando condiciones adecuadas de visibilidad tanto en operaciones diurnas como nocturnas. El prototipo contempla además controles eléctricos independientes y señalética preventiva relacionada con límites de velocidad y riesgos de resbalón, complementándose con medidas administrativas y el uso de equipos de protección personal como última barrera frente al riesgo residual, fortaleciendo así las condiciones físicas del entorno y contribuyendo al cumplimiento total de los criterios evaluados en la inspección final.

Figura 8

Rediseño de casetas de PNS



Nota. Diseño conceptual de casetas PNS elaborado por Karen López y Michael Sauhing como propuesta de mejora dentro del paquete integrado de mejoras.

Figura 9

Rediseño de señalización para zona PNS



Nota. Diseño conceptual de casetas PNS elaborado por Karen López y Michael Sauhing como propuesta de mejora dentro del paquete integrado de mejoras.

Los resultados obtenidos evidencian una mejora sustancial en las condiciones de seguridad del área de Pin Station, pasando de un 67% de falencias identificadas en la línea base a un cumplimiento del 100% posterior a la implementación del paquete integrado de mejoras preventivas. Este cambio no solo representa una corrección de condiciones subestándar, sino que demuestra la efectividad de la intervención desde un enfoque estructural y sistémico de la gestión del riesgo.

Desde una perspectiva técnica, la mejora observada se encuentra directamente relacionada con la aplicación de controles de ingeniería bajo el enfoque de Safety by Design, los cuales actúan sobre la fuente del riesgo y el entorno físico de trabajo. A diferencia de las estrategias tradicionales basadas en controles administrativos o en el uso de equipos de protección personal, las medidas implementadas en el presente proyecto modifican de manera permanente las condiciones operativas, reduciendo la dependencia del comportamiento humano y minimizando la probabilidad de error.

Este hallazgo coincide con lo establecido en la literatura internacional, donde se indica que los controles implementados en la fuente del riesgo generan una reducción más sostenible y menos dependiente del error humano. En el contexto portuario evaluado, las mejoras físicas no solo incrementaron la visibilidad, sino que redujeron la probabilidad de eventos asociados a colisiones y golpes, lo que permite inferir una disminución directa del riesgo operacional.

Figura 10

Antes y después de Pin Stations



Nota. Registro fotográfico de Karen López y Michael Sauhing que evidencia condiciones antes y después de la intervención en Pin Stations.

Figura 11

Zona de PNS con las mejoras implementadas



Nota. Registro fotográfico de Karen López y Michael Sauhing que evidencia condiciones antes y después de la intervención en Pin Stations.

4.3.4 Niveles finales de iluminación (lux)

Con base en la evaluación de luxometría realizada en la zona de Pin Station posterior a la implementación de las mejoras, se efectuaron mediciones en seis puntos representativos, tal como se detalla en el Apéndice F, tanto dentro de las casetas como en zonas intermedias y finales de las líneas sur y central. Los valores obtenidos oscilaron entre 218.8 lx y 375.7 lx, evidenciando una mejora significativa respecto a la línea base y generando condiciones adecuadas para el desarrollo de actividades operativas dentro del Pin Station. Las casetas presentan niveles superiores a 340 lx, lo cual garantiza una visibilidad óptima para tareas que requieren precisión visual moderada, como la manipulación de twistlocks.

Por otro lado, las zonas intermedias y finales registran niveles de iluminación entre 218.8 lx y 237.3 lx, reflejando una disminución progresiva hacia los extremos del área; no obstante, estos valores se consideran aceptables para zonas destinadas principalmente al tránsito y circulación. Adicionalmente, la uniformidad luminosa estimada en aproximadamente 0.74 refleja una distribución homogénea de la iluminación, reduciendo contrastes y minimizando el riesgo de deslumbramiento, lo que contribuye directamente al confort visual del trabajador. La correcta ubicación de luminarias LED, el uso de superficies reflectivas controladas y la ausencia de fuentes directas en el campo visual contribuyen a generar condiciones de confort visual adecuadas para el personal operativo, sin registrarse interferencias visuales durante las maniobras. De igual forma, la mejora en los indicadores de cumplimiento del checklist evidencia una intervención efectiva sobre los factores de riesgo identificados inicialmente, consolidando la relación directa entre la implementación de controles de ingeniería y la mejora de las condiciones de seguridad. En términos generales, la iluminación del área evaluada puede considerarse aceptable y funcional para las operaciones del Pin Station.

CAPÍTULO V: Conclusiones, Discusión y Recomendaciones

5.1 Discusión

La presente investigación aplicada tuvo como propósito diseñar e implementar mejoras operativas y preventivas en los Pin Station del puerto de Posorja, con el fin de reducir la exposición a riesgos laborales físicos y mecánicos asociados a maniobras de manipulación de twistlocks. Los resultados obtenidos permiten evidenciar un impacto positivo de las intervenciones ejecutadas, principalmente en condiciones críticas como iluminación, señalización, delimitación del área y control del riesgo operacional. En la línea base diagnóstica se identificó un escenario subestándar, reflejado en un 67% de falencias dentro del checklist inicial aplicado, lo cual confirmaba la presencia de deficiencias relevantes en el entorno de trabajo, tales como luminarias no funcionales, señalización insuficiente y espacios reducidos de circulación.

Estos hallazgos se alinean con la literatura internacional que señala que las estaciones de apoyo operativo en terminales portuarias concentran una alta exposición a golpes y colisiones debido a la interacción constante entre trabajadores y vehículos pesados. Uno de los elementos más críticos evidenciados en el diagnóstico inicial fue la iluminación insuficiente. Los valores registrados inicialmente oscilaron entre 4.35 y 19.68 lux, niveles claramente inadecuados para garantizar operaciones nocturnas seguras, incrementando la probabilidad de errores operativos, tropiezos y colisiones.

Tras la implementación del paquete integrado de mejoras, la evaluación final reflejó valores entre 218.8 y 375.7 lux, lo cual representa un incremento sustancial en la visibilidad del área y una mejora significativa en la uniformidad luminosa.

Adicionalmente, la intervención estructural mediante el rediseño de las casetas, incorporación de señalización reflectiva normalizada, balizas estroboscópicas y controles

técnicos permitió alcanzar un cumplimiento del 100% del checklist final, eliminando la totalidad de las falencias detectadas en la línea base. Este resultado confirma que el enfoque basado en jerarquía de controles y rediseño físico del entorno puede generar reducciones reales y sostenibles del riesgo en estaciones críticas dentro de operaciones portuarias.

Además, se plantea la reducción de los indicadores estratégicos: Riesgo Residual, TRIR, LTIFR y near - miss en un 5% debido a que la reducción en operaciones con presencia de personas y equipos, la segregación física de flujos, el rediseño de rutas y los cruces controlados son intervenciones de primera línea que reducen la probabilidad de atropellos y atrapamientos; así lo recomiendan las guías del Health and Safety Executive (HSE) para transporte interno (HSE, 2013). Asimismo, la implementación de sistemas de reporte y gestión de near-miss se ha asociado con descensos sostenidos de tasas de lesiones registrables en manufactura (Lander et al., 2011). En puertos, la documentación de la OIT exige exclusión de peatones en zonas de izaje y organización segura del tránsito, reforzando el potencial preventivo de estos controles en terminales (Organización Internacional del Trabajo, 2018).

5.2 Conclusiones

La evaluación diagnóstica inicial realizada en los Pin Station del puerto marítimo de Posorja evidenció la existencia de condiciones físicas y operativas subestándar que incrementan la exposición del personal a riesgos laborales de naturaleza física y mecánica. La aplicación del checklist técnico permitió identificar un 67% de falencias en la línea base, reflejando deficiencias relevantes en aspectos como iluminación, señalización, delimitación del área de trabajo y control del tránsito vehicular en zonas de interacción directa con camiones.

Uno de los factores más críticos detectados durante el diagnóstico inicial fue la iluminación insuficiente del entorno operativo. Las mediciones de luxometría registraron valores extremadamente bajos, entre 4.35 y 19.68 lux, lo que generaba un escenario de baja visibilidad especialmente durante operaciones nocturnas, aumentando la probabilidad de

golpes contra estructuras, errores operativos y colisiones en un área considerada de alta criticidad dentro de las maniobras portuarias.

En respuesta a estas condiciones, se diseñó e implementó un paquete integrado de mejoras preventivas, priorizando controles de ingeniería y medidas estructurales. Las principales acciones incluyeron el rediseño y fabricación de un nuevo prototipo de caseta Pin Station, la instalación de iluminación LED, balizas estroboscópicas, señalización reflectiva normalizada y criterios de delimitación operativa, fortaleciendo así el control del riesgo en el área.

Posterior a la intervención, los resultados evidenciaron un incremento significativo en los niveles de iluminación, alcanzando valores entre 218.8 y 375.7 lux, lo cual representa una mejora sustancial en la visibilidad del entorno de trabajo. Adicionalmente, la reevaluación final mediante el mismo checklist técnico demostró que las falencias identificadas inicialmente fueron corregidas en su totalidad, logrando un cumplimiento del 100% de los criterios evaluados, lo que confirma la efectividad de las acciones implementadas. Con ello se concluye que la implementación del paquete integrado de mejoras permitió estandarizar las condiciones de seguridad de los Pin Station, demostrando que los controles de ingeniería y señalización reducen significativamente la exposición del personal a riesgos físicos y mecánicos.

Con las medidas implementadas, se redujeron los riesgos residuales de las tareas realizadas por los colaboradores en el área de Pin Station, además de que, durante el transcurso del 2026, no se han registrado incidentes en nuestra área de estudio.

Finalmente, el estudio permitió diseñar un modelo de mejora continua para los Pin Station del terminal portuario, basado en la integración de inspecciones, monitoreo de iluminación, mantenimiento preventivo, señalización estandarizada de indicadores de seguridad. Este modelo se articula con el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) mediante la jerarquía de controles y la gestión del cambio, fortaleciendo la gestión sistemática de riesgos. Su aplicación contribuye a la sostenibilidad de las acciones

implementadas y a la reducción progresiva de la exposición a riesgos, lo anterior condiciona el compromiso organizacional y a la continuidad en su seguimiento y evaluación.

5.3 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda consolidar un programa formal de inspección periódica de los Pin Station mediante la aplicación mensual del checklist utilizado en el presente estudio, con el fin de mantener el cumplimiento alcanzado y prevenir la reincidencia de condiciones subestándar que puedan incrementar nuevamente la exposición a riesgos físicos y mecánicos. Asimismo, resulta necesario implementar un monitoreo continuo de los niveles de iluminación a través de mediciones programadas en distintos turnos, garantizando la uniformidad lumínica en toda el área operativa y asegurando condiciones adecuadas de visibilidad, especialmente en los extremos del Pin Station donde se identificaron valores menores durante la evaluación final.

Se recomienda también integrar formalmente las mejoras implementadas dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo del puerto mediante procedimientos operativos estandarizados, controles de mantenimiento preventivo y gestión de cambios, asegurando la sostenibilidad técnica de las acciones ejecutadas. En este contexto, y con el fin de fortalecer la sostenibilidad del proyecto, se sugiere incorporar una directriz específica dentro del SG-SST orientada al mantenimiento preventivo de las luminarias LED, balizas estroboscópicas y señalética reflectiva instalada, incluyendo inspecciones periódicas, verificación de funcionamiento y reposición programada, de manera que las mejoras implementadas no se conviertan en intervenciones puntuales sino en controles permanentes dentro del sistema.

En complemento, se propone que estas actividades formen parte de la planificación anual del Sistema de Gestión Integrado (SGI), incorporándose como partidas específicas dentro del presupuesto operativo del área de Seguridad Industrial y Operaciones, lo que

permitirá garantizar la continuidad de las mejoras implementadas, el mantenimiento de la infraestructura y la consolidación del enfoque de mejora continua en la gestión preventiva del terminal portuario. Finalmente, el seguimiento de los KPI's definidos en el presente estudio será clave para el correcto funcionamiento del SGI del puerto, los mismos que se complementan con el análisis de las tareas y controles definidos, con el fin de salvaguardar la integridad de los colaboradores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Chilena de Seguridad. (2019). *Seguridad y salud laboral en operaciones portuarias*.

<https://www.achs.cl>

International Labour Organization. (2016). *Safety and health in ports: Code of practice*.

International Labour Office. <https://www.ilo.org>

International Maritime Organization. (2020). *Code of practice for the safe loading and unloading of cargo ships*. IMO Publishing.

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*. ISO.

International Organization for Standardization. (2011). *ISO 6385: Ergonomic principles in the design of work systems*. ISO.

International Organization for Standardization. (2019). *ISO 7010: Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Registered safety signs*. ISO.

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2021). *Anuario estadístico de riesgos del trabajo*.

IESS. <https://www.iess.gob.ec>

Ministerio de Trabajo del Ecuador. (2017). *Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*. MDT.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas. (2020). *Lineamientos de seguridad vial laboral en zonas de operación logística*. MTOP.

National Institute for Occupational Safety and Health. (2013). *Workplace solutions: Preventing*

slips, trips and falls. NIOSH.

Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral. (2020). *Condiciones de seguridad y salud en operaciones portuarias y logísticas*. SUNAFIL.

Dul, J., & Weerdmeester, B. (2018). *Ergonomics for beginners: A quick reference guide* (3rd ed.). CRC Press.

International Organization for Standardization. (2019). *ISO 3864-1: Graphical symbols — Safety colours and safety signs*. ISO.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). (1989). NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo.

López-Aragón, L., Martínez, J., & Pérez, R. (2019). Ergonomic risk factors in container terminal operations. *Safety Science*, *120*, 623–631. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.07.028>

Pallis, A. A., Notteboom, T., & De Langen, P. (2017). Port safety and human–machine interaction in container terminals. *Maritime Policy & Management*, *44*(4), 465–482. <https://doi.org/10.1080/03088839.2017.1298863>

Yen, H. (2024). Occupational risk management in automated and semi-automated ports. *Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, *30*(1), 45–58. <https://doi.org/10.1080/10803548.2023.2289012>

Presidencia de la República del Ecuador. (2024, 2 de mayo). Decreto Ejecutivo N.º 255: Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio del Trabajo.

Ministerio del Trabajo del Ecuador. (2024, 9 de octubre). Acuerdo Ministerial Nro. MDT-2024-196: Normas para el cumplimiento y control de las obligaciones laborales en seguridad y salud en el trabajo.

Naranjo Martínez & Subía – Abogados. (2024, 21 de octubre). Normas para el cumplimiento de obligaciones de seguridad y salud en el trabajo en Ecuador (MDT-2024-196)

BC Seguridad y Salud. (2024, 17 de octubre; act. 23 de noviembre de 2025). Acuerdo Ministerial 196-2024: Anexo 1 y 2

Tagline Soluciones Empresariales. (s. f.). Acuerdo Ministerial MDT-2024-196: Guía de cumplimiento, checklists y anexos.

Asociación Española de Normalización (UNE). (2025). UNE-EN ISO 7010:2020/A7:2024. Símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas (ISO 7010:2019/Amd 7:2023)

Asociación Española de Normalización (UNE). (2025). UNE-EN 12464-2:2025. Luz e iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 2: Lugares de trabajo exteriores
AENOR. (2026, enero). Requisitos de iluminación en zonas de trabajo exteriores (Revista AENOR, N° 420).

Organización Marítima Internacional (OMI). (s. f.). Transporte seguro de contenedores.

ILA–USMX Joint Safety Committee. (2022, 5 de noviembre). OSH Circular 2022-11 (En español): El Convenio para la Seguridad de los Contenedores.

Creative Safety Supply. (2022, 4 de mayo). Cálculo de las tasas de incidentes de OSHA: TRIR, DART, LTIFR y LTIIR.

Keybotic. (2024, 16 de junio). La Tasa de Incidentes Registrables Totales (TRIR) en seguridad industrial.

JobSiteCare. (2025, 7 de febrero). Explicación de TRIR: Tasa total de incidentes registrables, cálculo y seguridad.

American National Standards Institute (ANSI). (1967). ANSI Z16.1-1967: Método para registrar y medir la experiencia en lesiones de trabajo (versión en español). Consejo Interamericano de Seguridad.

ANEXOS

Apéndice A

Matriz de Riesgos Inherentes 2025

Tabla A1

Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos 2025

Nº	Área	Tarea	Peligro	Consecuencia (breve)	Controles existentes	PO	Desc PO	EO	Desc EO	CO	Desc CO	Riesgo Inicial (RO)	Nivel RO	
1		Cambio de turno.	Almacenamiento de la estación de pin station en carriles peatonales	Resbalones, tropiezos, caída al mismo nivel	Delimitación y Charlas	3	Posible (podría ocurrir)	2	Frecuente (semanal)	15	Muy grave (incapacidad)	90	Importante	
2		Instalación del pin station	Iluminación deficiente en el lugar de trabajo durante el turno nocturno.	Golpeado por equipos móviles	Capacitación al personal	3	Posible (podría ocurrir)	3	Habitual (diaria)	40	Catastrófica (múltiples lesiones graves)	360	Grave	
3		Trabajo en solitario	Trabajadores golpeados por equipos móviles durante el montaje.	Golpeado por equipos móviles	Límite de velocidad 5 km/h	6	Probable (ocurre con cierta frecuencia)	2	Frecuente (semanal)	15	Muy grave (incapacidad)	360	Importante	
4		Instalación del pin station	Condiciones climáticas adversas	Golpeado por equipos móviles	Límite de velocidad 5 km/h	3	Posible (podría ocurrir)	3	Habitual (diaria)	40	Catastrófica (múltiples lesiones graves)	360	Grave	
5		Personal que realiza la actividad de pin station en contenedores para la descarga	Libración de cierres giratorios atacados de los contenedores de descarga, utilizando martillo y cincel. Personal incompetente	Golpeado por objetos que caen	EPP	3	Posible (podría ocurrir)	3	Habitual (diaria)	15	Muy grave (incapacidad)	135	Importante	
6		Personal que retira o instala los twistlocks de contenedores bajo el dispositivo de izado (grúa para contenedores).	El personal que retira o instala los twistlocks de contenedores bajo el dispositivo de izado está expuesto al tráfico rodado	Golpeado por equipos móviles	Límite de velocidad 5 km/h	3	Posible (podría ocurrir)	3	Habitual (diaria)	15	Muy grave (incapacidad)	135	Importante	
7		Personal que fija los cierres giratorios a los contenedores bajo cubierta.	El contenido/spreader se atacó en las guías de la celda al liberar contenedores con cierres giratorios des de la cubierta inferior, lo que ocasionó pérdidas económicas y daños materiales. Riesgo relacionado con el trabajo en caliente durante la liberación de contenedores	Golpeado por objetos	EPP	3	Posible (podría ocurrir)	3	Habitual (diaria)	15	Muy grave (incapacidad)	135	Importante	
8	Muelle - Pin Station	Operaciones de pin station en el muelle.	Cruce de carriles de ITV en la zona baja grúa - Interfaz hombre-máquina.	Resbalones, tropiezos, caída al mismo nivel	Capacitación al personal	6	Probable (ocurre con cierta frecuencia)	3	Habitual (diaria)	7	Serie (lesión con baja)	126	Importante	
9		Operaciones de pin station en el muelle.	Actividades de manipulación manual realizadas por el personal de pin station	Tareas manuales peligrosas	Capacitación al personal	6	Probable (ocurre con cierta frecuencia)	2	Frecuente (semanal)	7	Serie (lesión con baja)	84	Importante	
10		Actividad de pin station en contenedores para la carga y descarga.	Lesiones a los operadores por impacto con twistlocks no retirados.	Golpeado por objetos que caen	EPP	6	Probable (ocurre con cierta frecuencia)	2	Frecuente (semanal)	7	Serie (lesión con baja)	84	Importante	
11		Ubicación de las estaciones de pin station	Ubicación/ubicación incorrecta de la estación de pin station y los contenedores con derrapamiento. Equipo, materiales golpeados por equipos móviles causando daños	Colisión de equipos móviles	Límite de velocidad 5 km/h	3	Posible (podría ocurrir)	3	Habitual (diaria)	15	Muy grave (incapacidad)	135	Importante	
12		Operaciones en Muelle	Personal retirando/colocando twistlocks bajo la grúa portacontenedores	El lanzamiento para transferir los twistlocks almacenados en el muelle podría golpear y lesionar a los trabajadores y dañar el equipo	Golpeado por objetos	EPP	6	Probable (ocurre con cierta frecuencia)	3	Habitual (diaria)	7	Serie (lesión con baja)	126	Importante
13		Transporte del pin station: traslado de cassettes desde OOG a muelle	Riesgo de lesiones debido a: Trabajadores sin capacitación/nuevos Superficies irregulares/retos alturas Colisión de FL con la estación de inmovilización	Golpeado por equipos móviles	Límite de velocidad 5 km/h	3	Posible (podría ocurrir)	2	Frecuente (semanal)	15	Muy grave (incapacidad)	90	Importante	
14		Transporte del pin station: traslado de la estación de pin station dentro del muelle	Trabajadores golpeados o impactados por vehículos en movimiento El FLT se cae debido al incumplimiento de la SWL	Golpeado por objetos que caen	EPP	3	Posible (podría ocurrir)	2	Frecuente (semanal)	15	Muy grave (incapacidad)	90	Importante	

Nota. Matriz de riesgos inherentes elaborada por Karen López y Michael Sauhing a partir de criterios de evaluación SG-SST y lineamientos operativos del Puerto de Posorja (2025).

Apéndice B

Matriz de Riesgos Residuales 2026

Tabla B1

Matriz de Identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos Residuales 2026

N°	Área	Tarea	Peligro	P1	Desc P1	E1	Desc E1	C1	Desc C1	Riesgo residual (R1)	Nivel R1
1	Muelle - Pin Station	Cambio de turno.	Almacenamiento de la estación de pin station en carriles peatonales	1	Improbable (poco probable)	2	Frecuente (semanal)	15	Muy grave (incapacidad)	30	Tolerable
2		Instalación del pin station	Iluminación deficiente en el lugar de trabajo durante el turno nocturno. Trabajo en solitario.	1	Improbable (poco probable)	3	Habitual (diaria)	40	Catastrófica (múltiples lesiones graves)	120	Importante
3		Instalación del pin station	Trabajadores golpeados por equipos móviles durante el montaje.	3	Posible (podría ocurrir)	2	Frecuente (semanal)	15	Muy grave (incapacidad)	90	Importante
4		Instalación del pin station	Condiciones climáticas adversas	1	Improbable (poco probable)	3	Habitual (diaria)	40	Catastrófica (múltiples lesiones graves)	120	Importante
5		Personal que realiza la actividad de pin station en contenedores para la descarga	Liberación de derresgatorios atascados de los contenedores de descarga, utilizando martillo y dncel. Personal incompetente	1	Improbable (poco probable)	3	Habitual (diaria)	15	Muy grave (incapacidad)	45	Tolerable
6		Personal que retira o instala los twistlocks de contenedores bajo el dispositivo de izado (grúa para contenedores).	El personal que retira o instala los twistlocks de contenedores bajo el dispositivo de izado está expuesto al tráfico rodado	1	Improbable (poco probable)	3	Habitual (diaria)	15	Muy grave (incapacidad)	45	Tolerable
7		Personal que fija los derresgatorios a los contenedores bajo cubierta.	El contenedor/spreader se atascó en las guías de la celda al liberar contenedores con derresgatorios desde la cubierta inferior, lo que ocasionó pérdidas económicas y daños materiales. Riesgo relacionado con el trabajo en caliente durante la liberación de contenedores	1	Improbable (poco probable)	3	Habitual (diaria)	15	Muy grave (incapacidad)	45	Tolerable
8		Operaciones de pin station en el muelle.	Cruce de carriles de ITV en la zona bajo grúa - Interfaz hombre-máquina.	3	Posible (podría ocurrir)	3	Habitual (diaria)	7	Seria (lesión con baja)	63	Tolerable
9		Operaciones de pin station en el muelle.	Actividades de manipulación manual realizadas por el personal de pin station	3	Posible (podría ocurrir)	2	Frecuente (semanal)	7	Seria (lesión con baja)	42	Tolerable
10		Actividad de pin station en contenedores para la carga y descarga.	Lesiones a los operadores por impacto con twistlocks no retirados.	3	Posible (podría ocurrir)	2	Frecuente (semanal)	7	Seria (lesión con baja)	42	Tolerable
11		Ubicación de las estaciones de pin station	Ubicación/ubicación incorrecta de la estación de pin station y los contenedores con cierre giratorio. Equipo, materiales golpeados por equipos móviles causando daños	1	Improbable (poco probable)	3	Habitual (diaria)	15	Muy grave (incapacidad)	45	Tolerable
12		Operaciones en Muelle Personal retirando/colocando twistlocks bajo la grúa portacontenedores	El lanzamiento para transferir los twistlocks almacenados en el muelle podría golpear y lesionar a los trabajadores y dañar el equipo	3	Posible (podría ocurrir)	3	Habitual (diaria)	7	Seria (lesión con baja)	63	Tolerable
13		Transporte del pin station: traslado de casetas desde OOG a muelle	Riesgo de lesiones debido a: Trabajadores sin capacitación/nuevos Superficies irregulares/resbaladizas Colisión de PL con la estación de inmovilización	1	Improbable (poco probable)	2	Frecuente (semanal)	15	Muy grave (incapacidad)	30	Tolerable
14		Transporte del pin station: traslado de la estación de pin station dentro del muelle	Trabajadores golpeados o impactados por vehículos en movimiento El FLT se cae debido al incumplimiento de la SWL	1	Improbable (poco probable)	2	Frecuente (semanal)	15	Muy grave (incapacidad)	30	Tolerable




Nota. Matriz de riesgos residuales elaborada por Karen López y Michael Sauhing a partir de criterios de evaluación SG-SST y lineamientos operativos del Puerto de Posorja (2025).




Apéndice C



Resultados de evaluación inicial Check list de Pin Station

Tabla C1

Verificación de condiciones iniciales del área de Pin Station

	ITEM	SI	NO	COMENTARIO	EVIDENCIA FOTOGRAFICA
1	Los pinning stations estarán equipadas con una luz ámbar intermitente conectada a la energía solar y/o a la batería. Para aumentar la visibilidad del pinning station.		X	2 de 6 casetas de Pin Station no tienen sus balizas funcionales.	
2	Los pinning stations tendrán instalados asientos internos adecuados. Para que el personal disponga de un lugar donde descansar y esperar con seguridad la llegada de los contenedores.	X			
3	Los pinning stations tendrán instalada una iluminación interna y externa adecuada. Para ayudar al personal a instalar y retirar los twistlocks o a comprobar el papeleo.		X	4 de 6 casetas de Pin Station no tienen sus linternas internas y externas.	
4	Los pinning stations estarán pintadas de un color muy visible. Para garantizar una gran visibilidad a distancia o con poca luz.		X	6 de 6 casetas de Pin Station presentan deficiencias de pintura tanto externa como interna.	

5	Los twistlock bins se situarán delante de los Pin Stations. (distancia mínima de 5000mm). Se utilizarán como barrera de protección física.	X			
6	Los pinning stations deben estar equipadas con herramientas manuales, como martillos, cinceles (con protección para las manos), etc. Para liberar twistlocks atascados.	X			
7	Los pinning stations estarán equipadas con una caja de herramientas. Para guardar herramientas manuales. Por ejemplo, martillo, cincel (con protección para las manos), etc.		X	No se cuenta con una caja de herramientas en los Pin Station, se almacenan dentro de las casetas.	
8	Los pinning stations estarán equipadas con señales de "en servicio/fuera de servicio" que puedan cerrarse con llave en el exterior del pinning station.		X	6 de 6 casetas de Pin Station tienen señáleticas que no se pueden cerrar con llave.	
9	El peldaño de entrada a las estaciones de pesas tendrá la señalización "cuidado al pisar". Para informar y mantener al personal al salvo de niveles de suelo desiguales o irregulares.		X	4 de 6 casetas de Pin Station tienen señáleticas en malas condiciones.	

10	Se instalará una señalización en la parte delantera de los pinning stations, el cono de seguridad móvil y/o el contenedor de cierre por torsión (Límite de velocidad 5 km). Para informar a los operadores de ITV cuál es el límite de velocidad aceptable al entrar en la zona de cierre/desbloqueo del pinning station.		X	No se tienen letreros de señalización para límite de velocidad.	
11	Los sitios dispondrán de marcas claras para las ITV que esperan A) para entrar en la zona de la estación de clavado, B) donde se detendrá la ITV. Informar a los operadores de ITV dónde se encuentra la zona de espera segura designada antes de entrar en la estación de clavado, y dónde debe (PARAR) la ITV para instalar y/o retirar los twistlocks.	X			
12	Las casetas del Pin Station deberán ocupar al menos 30 cm menos que el ancho total de los carriles de tránsito de los ITVs (1,20 m), garantizando un espacio libre adecuado para la circulación segura.		X	Las casetas de PNS ocupan un espacio de 1.10 metros de ancho.	

CUMPLIMIENTO	33%	67%
---------------------	-----	-----




Nota. Check list de evaluación inicial del área de Pin Station elaborado por Karen López y Michael Sauhing; registro fotográfico de Karen López y Michael Sauhing.




Apéndice D



Resultados de evaluación final Check list de Pin Station

Tabla D1

Verificación de condiciones finales del área de Pin Station

	ITEM	SI	NO	COMENTARIO	EVIDENCIA FOTOGRAFICA
1	Los pinning stations estarán equipadas con una luz ámbar intermitente conectada a la energía solar y/o a la batería. Para aumentar la visibilidad del pinning station.	X		6 de 6 casetas de Pin Station tienen sus balizas funcionales.	
2	Los pinning stations tendrán instalados asientos internos adecuados. Para que el personal disponga de un lugar donde descansar y esperar con seguridad la llegada de los contenedores.	X			
3	Los pinning stations tendrán instalada una iluminación interna y externa adecuada. Para ayudar al personal a instalar y retirar los twistlocks o a comprobar el papeleo.	X		6 de 6 casetas de Pin Station tienen sus lunitarias internas y externas.	
4	Los pinning stations estarán pintadas de un color muy visible. Para garantizar una gran visibilidad a distancia o con poca luz.	X		6 de 6 casetas de Pin Station presentan pintura tanto externa como interna en buenas condiciones.	

5	Los twistlock bins se situarán delante de los Pin Stations. (distancia mínima de 5000mm). Se utilizarán como barrera de protección física.	X			
6	Los pinning stations deben estar equipadas con herramientas manuales, como martillos, cinceles (con protección para las manos), etc. Para liberar twistlocks atascados.	X			
7	Los pinning stations estarán equipadas con una caja de herramientas. Para guardar herramientas manuales. Por ejemplo, martillo, cincel (con protección para las manos), etc.	X		Se implementan 4 cajas de herramientas en los Pin Station (1 por equipo) para el almacenamiento de herramientas.	
8	Los pinning stations estarán equipadas con señales de "en servicio/fuera de servicio" que puedan cerrarse con llave en el exterior del pinning station.	X		6 de 6 casetas de Pin Station tienen señales que se pueden cerrar con llave.	
9	El peldaño de entrada a las estaciones de pesas tendrá la señalización "cuidado al pisar". Para informar y mantener al personal a salvo de niveles de suelo desiguales o irregulares.	X		6 de 6 casetas de Pin Station tienen señales en buenas condiciones.	

10	Se instalará una señalización en la parte delantera de los pinning stations, el cono de seguridad móvil y/o el contenedor de cierre por torsión (Límite de velocidad 5 km). Para informar a los operadores de ITV cuál es el límite de velocidad aceptable al entrar en la zona de cierre/desbloqueo del pinning station.	X		Se tienen letreros de señalización para limite de velocidad.	
11	Los sitios dispondrán de marcas claras para las ITV que esperan A) para entrar en la zona de la estación de clavado, B) donde se detendrá la ITV. Informar a los operadores de ITV dónde se encuentra la zona de espera segura designada antes de entrar en la estación de clavado, y dónde debe (PARAR) la ITV para instalar y/o retirar los twistlocks.	X			
12	Las casetas del Pin Station deberán ocupar al menos 30 cm menos que el ancho total de los carriles de tránsito de los ITVs (1,40 m), garantizando un espacio libre adecuado para la circulación segura.	X		Las casetas de PNS ocupan un espacio de 0.95 metros de ancho.	

CUMPLIMIENTO	100%	0%
---------------------	------	----

Nota. Check list de evaluación final del área de Pin Station elaborado por Karen López y Michael Sauhing; registro fotográfico de Karen López y Michael Sauhing.

Apéndice E

Evaluación Inicial de Riesgo Físico (Luxometría)

Metodología de evaluación inicial

Para el desarrollo de la evaluación se realizó un muestreo de iluminación con luxómetro de propiedad del puerto de Posorja, marca SPER SCIENTIFIC, modelo 36605, Serial No. 086840, tomando 6 puntos dentro de la zona de Pin Station.

Tabla E1

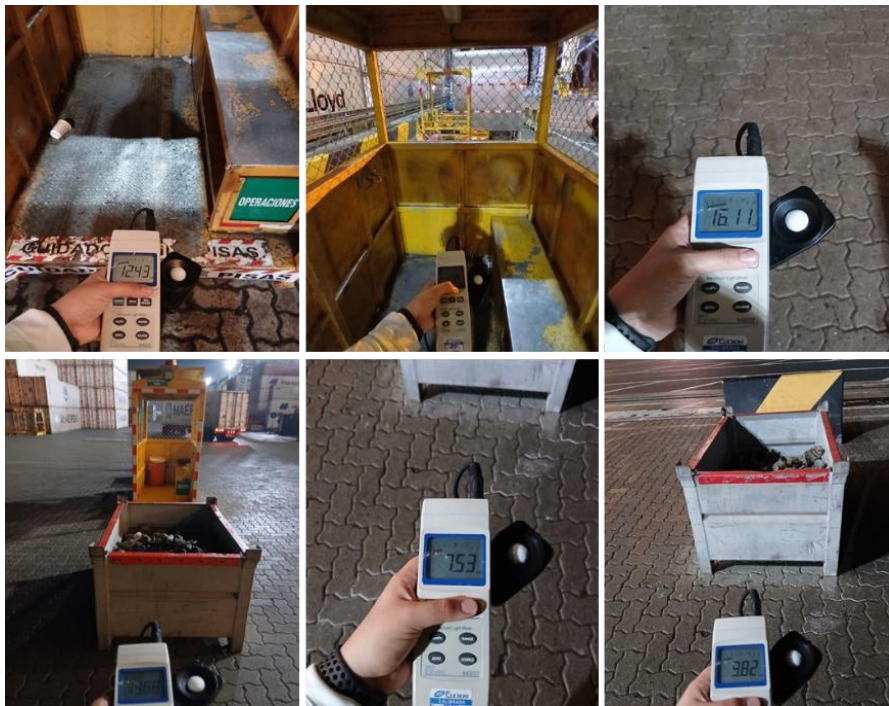
Resultados de medición inicial de iluminancia en Pin Station

Puntos medidos	Resultado
Punto 1: Dentro de la caseta de Pin Station (Línea sur)	12.43 lx
Punto 2: Intermedio de la zona Pin Station (Línea sur)	16.11 lx
Punto 3: Final de la zona Pin Station (Línea sur)	9.82 lx
Punto 5: Intermedio de la zona Pin Station (Línea central)	19.68 lx
Punto 6: Final de la zona Pin Station (Línea central)	7.53 lx
Punto 7: Dentro de la caseta de Pin Station (Línea norte)	4.35 lx

Nota. Mediciones de iluminancia iniciales realizadas por Karen López y Michael Sauhing con luxómetro durante la evaluación inicial en Pin Station.

Figura E1

Evidencias Fotográficas de Evaluación Inicial



Nota. Registro fotográfico de Karen López y Michael Sauhing durante la evaluación inicial de niveles de iluminación en Pin Station.

Apéndice F

Evaluación Final de Riesgo Físico (Luxometría)

Metodología de Evaluación Final

Para el desarrollo de la evaluación se realizó un muestreo de iluminación con luxómetro de propiedad del puerto de Posorja, marca SPER SCIENTIFIC, modelo 36605, Serial No. 086840, tomando 6 puntos dentro de la zona de Pin Station con las mejoras implementadas.

Tabla F1

Resultados de medición final de iluminancia en Pin Station

Puntos medidos	Resultado
Punto 1: Dentro de la caseta de Pin Station (Línea sur)	341.6 lx
Punto 2: Intermedio de la zona Pin Station (Línea sur)	375.7 lx
Punto 3: Final de la zona Pin Station (Línea sur)	218.8 lx
Punto 4: Dentro de la caseta de Pin Station (Línea central)	353.9 lx
Punto 5: Intermedio de la zona Pin Station (Línea central)	237.3 lx
Punto 6: Final de la zona Pin Station (Línea central)	231.8 lx

Nota. Mediciones de iluminancia finales realizadas por Karen López y Michael Sauhing mediante luxómetro durante la evaluación inicial en Pin Station.

Figura F1

Evidencias fotográficas de evaluación final



Nota. Registro fotográfico de Karen López y Michael Sauhing durante la evaluación final de niveles de iluminación en Pin Station.

Apéndice G

Certificado de calibración del Luxómetro



LABORATORIO DE LUMINOSIDAD CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

1. INFORMACION Y DATOS		CERTIFICADO N°: LL-2025-1261
Cliente: DPWORLD POSORJA S.A.		Fecha de recepción: 2025-08-15
Solicitante: Ing. Denisse Gutiérrez		Fecha de calibración: 2025-08-18
Dirección: Vía a Posorja Barrio Lomas del Cangrejal		Fecha de emisión: 2025-08-18
Teléfono: 593 4 380 4850		

2. CONDICIONES AMBIENTALES		Lugar de calibración: Tecniprecisión
Temp. Amb.: (20 ± 2) °C		
Humedad Relativa: (50 ± 20) % HR		

3. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN (EBC)		Unidad de medida: Lux
Equipo: LUXOMETRO		Rango : 400000 Lux
Marca: SPER SCIENTIFIC		Resolución: 0,1 Lux
Modelo: 840022		Cód. interno: N/D
Serie: 0 8 6 8 4 0		

4. TRAZABILIDAD
MÉTODO UTILIZADO: Método por comparación directa, procedimiento OP-001 (CEM).
INCERTIDUMBRE DE MEDIDA: La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k calculado, de tal manera que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente 95%. La incertidumbre típica de medición se ha determinado conforme al documento "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement" (GUM), First edition September 2008.

PATRONES UTILIZADOS:

Patrón Utilizado:	Serie:	Fecha de Calibración:
LUXOMETRO DIGITAL	150107037	2025-04-08
Trazabilidad:	Certificado de Calibración:	Próxima Calibración:
ELICROM	CC-1811-001-25	2027-04

5. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Item	Tipo	Patrón Corregido (Lux)	EBC (Lux)	Error (Lux)	U; k=2 (Lux)
1	Luz Led	490,0	498	8,0	1,4
2		974,0	989	15,0	1,4
3		1961,0	1986	25,0	2,1
4		4920,0	4971	51,0	2,1

NOTA: El valor medido (EBC) es el resultado del promedio de 3 lecturas con una estabilización de 1 hora.

6. OBSERVACIONES

6.1 Este certificado de calibración no constituye un certificado de aptitud de los instrumentos y equipos, es responsabilidad del cliente analizar los resultados en base a sus especificaciones establecidas, los resultados se determinaron en el momento y condiciones de referencia declaradas y están relacionados únicamente con el ítem descrito en el punto 3 de este documento.

6.2 Este certificado tiene validez únicamente en su forma íntegra y original, no se permite la reproducción parcial o total sin la autorización por escrito de Tecniprecisión Cía. Ltda.

6.3 La fecha de próxima calibración se incluye únicamente cuando el cliente lo haya solicitado, el Laboratorio no incluye recomendaciones sobre intervalos de próxima calibración según ISO/IEC 17025:2017, literal 7.8.4.3

7. FIRMA DE RESPONSABILIDAD

Calibrado por: Miguel Flores
Técnico de Calibración

Revisado por: Alexander Tobar
Responsable Técnico

Firma:

FIN DE CERTIFICADO

LCT-FPLX-01-REV-01.2020

Pág. 01 de 01

Av. Galo Plaza Lasso NB5-05 y Bolívar, Edificio Merb Sur, Piso Sector Parque de los Recuerdos, Quito, Ecuador
 Tel: 593 02 6 036 811 / 3 464 354 / 6 001 379
 Cel: 0937 936 365 / 0924 950 735
 E-mail: ventas@tecniprecision.com / calidad@tecniprecision.com / laboratorio@tecniprecision.com / asistencia@tecniprecision.com
 facebook: / Tecniprecision

LABORATORIO DE METROLOGIA ECUATORIANO
 www.tecniprecision.com

Nota. Certificado de calibración del luxómetro emitido por Tecniprecisión Laboratorio de Metrología; documento institucional utilizado como evidencia técnica del equipo de medición.