



Revista de Estudios Globales Universitarios

Metrópolis

Vol 6 2025
ISSN 2692-319X | E-ISSN 2692-3203
Journal Julio - Diciembre 2025

Planteamiento de Protocolos de Seguridad Ocupacional en la Construcción de Infraestructuras para Redes Eléctricas y Datos en el Parque Industrial Plodis S.A.

Proposal for Occupational Safety Protocols in the Construction of Infrastructure for Electrical and Data Networks at the Plodis S.A. Industrial Park

Víctor Hugo Estrella Torres.¹ 
vhestrellat@gmail.com

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)
Riobamba, Ecuador

Benjamín Gabriel Quito Cortez² 
benjaminquito@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)
Riobamba, Ecuador

Segundo Martin Quito Cortez³ 
martinquito@bqc.com.ec

Instituto Tecnológico Superior Universitario Oriente (ITSO)
Riobamba, Ecuador

Recepción: 06-11-2025

Aceptación: 20-11-2025

Publicación: 20-12-2025

Como citar este artículo: Estrella, V; Quito, B; Vásconez, D. (2025) **Planteamiento de Protocolos de Seguridad Ocupacional en la Construcción de Infraestructuras para Redes Eléctricas y Datos en el Parque Industrial Plodis S.A.** Metrópolis. Revista de Estudios Globales Universitarios, 6 (1), pp. 1148-1189

¹ Tecnólogo en seguridad y salud ocupacional. Instituto Superior Tecnológico Oriente (ITSO); Maestrante en Herramientas de Seguridad Industrial y Salud en el Trabajo. (ITSO).

² Abogado, Magister en Educación (Universidad Bicentenaria de Aragua) Venezuela, Magister en Ciencias Gerenciales (Universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Doctor en Ciencias de la Educación PHD (UBA) Venezuela, Doctor en Ciencias Gerenciales PHD (universidad internacional del caribe y América latina) Curacao, Postdoctorado en Ciencias de la Educación (UBA) Venezuela.

³ Ingeniero Agrónomo (UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA), Magister en Desarrollo Local, Mención Planificación, Desarrollo y Ordenamiento Territorial (UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA); Doctor en Ciencias de la Educación (UNIVERSIDAD BICENTENARIA DE ARAGUA) VENEZUELA, Rector Instituto Superior Tecnológico CIC YASUNI Docente.



Resumen

La seguridad laboral en la construcción de infraestructura eléctrica y de datos, vital para el desarrollo industrial, conlleva riesgos inherentes significativos. Esta realidad global se mantiene vigente en Ecuador a causa de vacíos existentes en el marco regulatorio. Esta investigación diagnosticó los desafíos de seguridad en el Parque Industrial Plodis SA., teniendo como finalidad proponer protocolos integrales de seguridad laboral, basados en la identificación de riesgos técnicos mediante la matriz IPER y la observación participativa, en consonancia con las directrices de la Organización Internacional del Trabajo y la norma ISO 45001:2018. Los hallazgos revelaron un espectro completo de amenazas como fueron riesgos biomecánicos y físicos derivados de excavaciones y maquinaria pesada, además de riesgos ergonómicos y químicos. Esto confirmó la peligrosidad intrínseca del sector y la ineficacia de los protocolos formales, para lo cual, la investigación propuso soluciones innovadoras bajo la jerarquía de controles de riesgos, priorizando la eliminación y la ingeniería. Estas incluyen la perforación horizontal y los sistemas de seguridad automatizados para maquinaria, complementariamente se priorizan los controles administrativos sólidos y la capacitación continua para fortalecer la cultura de seguridad y fomentar la participación activa del personal. En conclusión, estos protocolos representan una propuesta integral. Basados en diagnósticos reales y principios internacionales, pueden elevar significativamente los estándares de seguridad en la construcción. Su implementación reducirá la accidentalidad, mejorará la salud ocupacional y optimizará la eficiencia operativa, la calidad del trabajo y la reputación institucional. En definitiva, promueven un entorno más seguro, productivo y con mayor bienestar para todos los empleados. **Palabras clave:** Seguridad Laboral, Construcción, Gestión de Riesgos, Protocolos de Seguridad, Infraestructura.

Abstract

Occupational safety in the construction of electrical and data infrastructure, vital for industrial development, entails significant inherent risks. This global reality persists in Ecuador due to regulatory gaps. This research diagnosed safety challenges at Plodis S.A. Industrial Park, aiming to propose comprehensive occupational safety protocols. These protocols were based on technical risk identification using the IPER matrix and participatory observation, in alignment with International Labour Organization guidelines and the ISO 45001:2018 standard. The findings from the diagnostic phase were revelatory, uncovering a comprehensive and troubling spectrum of occupational hazards. These included highly prevalent biomechanical and physical risks directly associated with activities such as deep excavation and the operation of heavy machinery. This confirmed the sector's intrinsic danger and the inadequacy of merely formal protocols. To address this, the research proposes innovative solutions under the hierarchy of risk controls, prioritizing elimination and engineering. These solutions included the implementation of horizontal directional drilling to avoid open trenches and the use of automated safety systems on heavy machinery to prevent collisions or entrapment. Complementarily, robust administrative controls and continuous training are prioritized to strengthen the safety culture and foster active staff participation. In conclusion, these protocols represent a comprehensive proposal, based on real diagnoses and international principles, they can significantly elevate construction safety standards. Their effective implementation is projected to result in a significant reduction in workplace accidents, a substantial improvement in workers' occupational health, and an overall optimization of operational efficiency. Ultimately, they promote a safer, more productive, and welfare-conscious environment for all employees. **Keywords:** Occupational Safety, Construction, Risk Management, Safety Protocols, Infrastructure



Introducción.

La construcción de infraestructuras para redes eléctricas y de datos es una actividad fundamental para el desarrollo industrial y tecnológico, pero representa riesgos ocupacionales relevantes, especialmente durante la fase de obra civil. En Ecuador, pese a que la normativa exige condiciones laborales seguras y el uso de Equipos de Protección Personal (Ministerio del Trabajo, 2017), su implementación efectiva aún presenta dificultades. A nivel global, la Organización Internacional del Trabajo, OIT, señala al sector de la construcción como uno de los más peligrosos, dada la brecha entre normativas y su aplicación (OIT, 2014).

Esta problemática se evidencia de manera particular en el Parque Industrial Plodis S.A., ubicado en el cantón Salcedo, donde las obras civiles implican excavaciones que superan los 1.50 metros, límite considerado de alto riesgo, exponiendo a los trabajadores a peligros como derrumbes. Además, se enfrentan riesgos mecánicos, químicos, ergonómicos, caídas a distinto nivel, atrapamientos y otros, en trabajos de soterramiento. Estudios evidencian que los trabajadores del sector construcción en Ecuador enfrentan un alto riesgo de accidentes, siendo las fracturas y contusiones los eventos más comunes (Morales et al., 2021). Adicionalmente, entre el 2015 y 2022 se registraron 5.101 accidentes y 147 fallecimientos en el sector construcción ecuatoriano (Universidad Espíritu Santo, 2024). Bajo esta premisa, se destaca también que la falta de capacitación y supervisión efectiva incrementa la ocurrencia de accidentes graves, lo cual evidencia la necesidad de una cultura de prevención más sólida.

Se adoptó un enfoque cualitativo y descriptivo, con diseño no experimental, permitiendo analizar la seguridad en condiciones reales, sin manipular variables. La metodología se centrará en la revisión documental de normativas



nacionales e internacionales, que servirán como referencia. Complementariamente, se aplicará la observación participativa para examinar los procesos de trabajo, el entorno y las falencias relacionadas con el uso del equipo de protección, la capacitación y la supervisión. Como instrumento principal se utilizará una ficha de observación diseñada para registrar sistemáticamente los peligros presentes en la obra civil y las excavaciones, así como actos o condiciones inseguras.

La finalidad del estudio es diseñar protocolos de seguridad ocupacional que respondan de forma concreta a los riesgos asociados con la construcción de infraestructuras de redes eléctricas y de datos en el Parque Industrial Plodis S.A., concentrándose en reducir deficiencias existentes, fortalecer la cultura de prevención, disminuir la exposición a peligros y, en consecuencia, reducir los accidentes laborales en este tipo de proyectos.

De esta manera, la investigación se orienta a responder la siguiente pregunta: ¿Cómo la implementación de protocolos de seguridad ocupacional enfocados en peligros de obra civil puede disminuir los accidentes laborales en la construcción de infraestructura para redes eléctricas y de datos en el Parque Industrial Plodis S.A.?

Marco Teórico.

La construcción de obras civiles representa sin duda una de las actividades económicas más importantes y a la vez más peligrosas del sector productivo. Según Granda Farinango (2022), las obras civiles comprenden actividades como excavaciones, cimentaciones, estructuras de concreto, uso de maquinaria pesada, andamios y diferentes trabajos en altura, todos ellos con riesgos específicos que requieren planes de seguridad adaptados a cada fase



constructiva. En este contexto, la seguridad ocupacional se concibe como un componente esencial del diseño y la ejecución de las obras, y debe estar presente desde la planificación inicial hasta la entrega del proyecto (Rodríguez Borbor y Herrera Brunett, 2024).

Comprender la siniestralidad en la construcción requiere distinguir entre los conceptos de peligro, riesgo y accidente. El peligro se refiere a la fuente o situación con potencial de causar daño; el riesgo, a la probabilidad de que ese daño ocurra; y el accidente, al resultado concreto de un riesgo materializado (Ministerio del Trabajo de Ecuador, 2021). La gestión de estos riesgos exige la aplicación de sistemas de prevención fundamentados en la identificación temprana de peligros y en la adopción de medidas de control efectivas.

Uno de los conceptos clave en la seguridad ocupacional es la jerarquía de controles de riesgo, que establece una secuencia lógica de acciones: eliminar el peligro, sustituirlo, aplicar controles de ingeniería, controles administrativos y, en última instancia, utilizar equipos de protección personal (ISO, 2018). Esta jerarquía no es meramente teórica, sino que guía la planificación preventiva en el campo constructivo, donde muchas veces se recurre directamente al uso de protección personal sin haber agotado los niveles superiores de control.

Los protocolos de seguridad se configuran como instrumentos operativos fundamentales dentro de la gestión preventiva. Según Cartagena Lema (2022), los protocolos genéricos pierden eficacia si no se adaptan a las condiciones cambiantes de cada proyecto y a las capacidades reales del personal involucrado. Los protocolos de seguridad funcionan como documentos operativos que estructuran los procedimientos para mitigar riesgos inherentes al trabajo en construcción (Nomadia, 2023). Estos protocolos deben ser diseñados en función de la naturaleza del trabajo, del cronograma



de ejecución y de las condiciones físicas del entorno, como lo establece el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Ministerio del Trabajo de Ecuador, 2017), el cual exige una planificación específica para cada etapa del proyecto constructivo.

La seguridad ocupacional en obra civil también implica un proceso de planificación adecuada y dinámica, ya que las condiciones de trabajo varían constantemente. Esta variabilidad exige que los protocolos no sean documentos fijos, sino que se mantengan en revisión constante y se ajusten a la evolución del proyecto. Rodríguez Borbor y Herrera Brunett (2024) sostienen que una estrategia preventiva efectiva exige análisis de peligros continuos, con retroalimentación técnica y participación activa de todos los niveles jerárquicos.

El supervisor no solo tiene la responsabilidad de verificar que se cumplan rigurosamente las normas establecidas, sino que también debe desempeñar un rol activo en la motivación constante del equipo de trabajo, detección oportuna de cualquier desviación respecto a los procedimientos seguros, entrega de retroalimentación constructiva que promueva buenas prácticas, y fortalecimiento de la cohesión grupal a través del fomento de una cultura de autocuidado compartido. Según Granda Farinango (2022), la supervisión activa y empática permite transformar la normativa en acciones cotidianas, evitando que los protocolos se conviertan en documentos simbólicos sin aplicación real.

Otro concepto fundamental es el de cultura de seguridad, entendida como el conjunto de valores, creencias, actitudes y prácticas que una organización desarrolla respecto a la prevención de riesgos. Esta cultura influye en la forma



en que los trabajadores perciben el peligro, se relacionan con las normas y adoptan comportamientos seguros. Martínez Oropesa y Montero Martínez (2015) destacan que una cultura preventiva sólida reduce la siniestralidad, mejora el clima organizacional y refuerza la imagen institucional frente a contratistas y entes reguladores.

A nivel normativo, el Ecuador cuenta con el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Ministerio del Trabajo, 2017), que establece disposiciones mínimas para el control de riesgos en obras. Este se complementa con estándares internacionales como la norma ISO 45001:2018, que define los requisitos para implementar un sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional, promoviendo una cultura de mejora continua en entornos de alto riesgo como el constructivo (ISO, 2018).

Finalmente, toda gestión de riesgos en obra civil debe incorporar procesos de evaluación técnica permanente, tanto cualitativa como cuantitativa. Esto implica la recolección de datos, análisis de tendencias, revisión de incidentes, evaluación de la eficacia de las medidas aplicadas y la elaboración de propuestas de mejora. Esta retroalimentación técnica permite sostener protocolos pertinentes, mejorar la toma de decisiones y fortalecer la seguridad como eje estructural del desarrollo constructivo (Díaz Ortiz y Galán Navarro, 2023).

Estado del Arte

La seguridad ocupacional en la construcción ha sido abordada ampliamente por investigadores que advierten sobre la alta incidencia de accidentes, especialmente en obras civiles. Morales et al. (2021) realizaron un análisis de la accidentabilidad laboral en el sector de la construcción en Ecuador entre 2016 y 2019. Su estudio evidencia que, si bien existe normativa vigente, la falta de protocolos específicos para tareas críticas sigue siendo una de las



principales debilidades. Este hallazgo respalda directamente la necesidad de diseñar protocolos detallados y adaptados a cada fase de la obra civil, como lo plantea el presente artículo.

Complementando esta perspectiva, el informe técnico de la Universidad Espíritu Santo (2024) documenta más de 5.000 accidentes laborales en el sector construcción entre 2015 y 2022. A partir de este análisis, se advierte que la ausencia de una gestión proactiva de los riesgos en obra basada en análisis continuo y protocolos dinámicos ha permitido la persistencia de patrones de riesgo. Esta evidencia refuerza que la seguridad no debe basarse solo en normas generales, sino en herramientas prácticas adaptadas al contexto.

En Quito, Granda Farinango (2022) estudia la implementación de la norma ISO 45001 en obras civiles y sostiene que el éxito de los sistemas de gestión en seguridad depende más del liderazgo preventivo y del compromiso con la aplicación de protocolos adaptados que de la mera existencia de manuales o certificaciones, evidenciando que los protocolos deben ser diseñados con base en condiciones reales del entorno y no como documentos formales desconectados de la práctica.

Continuando con la propuesta de modelos de gestión contextualizados, Cartagena Lema (2022) diseñó un modelo de gestión de seguridad para una empresa constructora en Riobamba. A través del análisis de tareas específicas como excavaciones y encofrados, argumentó que los protocolos generalistas resultan ineficaces cuando no logran integrar el tipo de obra, el entorno físico particular y el perfil del trabajador.

La participación del personal en el diseño de estos protocolos es otro elemento clave estudiado en la región. Díaz Ortiz y Galán Navarro (2023) realizaron un estudio aplicado en Colombia sobre la cultura de seguridad en



la construcción. Mediante talleres participativos, verificaron que la participación activa del personal en la construcción de normas mejora el cumplimiento de las medidas de prevención. Críticamente, señalan que los protocolos diseñados sin diálogo con los trabajadores tienden a fracasar. Este resultado permite direccionar una metodología participativa para el diseño y aplicación de los protocolos de seguridad, involucrando al personal desde el diagnóstico hasta la implementación.

Por su parte, Rodríguez Borbor y Herrera Brunett (2024) desarrollan una revisión sistemática y meta-análisis sobre la cultura de prevención en obras civiles, a partir de su estudio, identifican que los accidentes no son solo el resultado de condiciones inseguras, sino también de una cultura organizacional deficiente en seguridad. Indican que los protocolos son efectivos únicamente cuando forman parte de una cultura de mejora continua y supervisión activa.

A nivel de la implementación práctica y sus beneficios concretos, una revisión sistemática de la literatura realizada por Marín Gómez y Arias Osorio (2020) sobre el desempeño en seguridad y salud en el trabajo en proyectos de construcción, destaca que la aplicación efectiva de sistemas de gestión y protocolos de seguridad es fundamental para la mejora continua de la seguridad laboral y la reducción de incidentes, enfatizan además, que el éxito de estas iniciativas no solo radica en la formalidad de los documentos, sino crucialmente en factores como un liderazgo proactivo en seguridad, la participación activa de los trabajadores, la capacitación continua y una supervisión rigurosa (Choudhry et al., 2014).

Asimismo, en la región andina, Espinoza Quintana (2023) analiza la integración de la norma ISO 45001:2018 con prácticas de seguridad en obra civil. Su estudio revela que su implementación es viable, pero solo cuando se



contextualiza. Critica que muchos protocolos replican contenidos sin análisis de campo, lo cual les resta efectividad.

Finalmente, Palacios Vergara (2021), en su análisis sobre los retos en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo en el sector de la construcción, identificaron que la resistencia al cambio y la falta de una cultura preventiva arraigada son factores críticos que impiden la efectividad de las medidas de seguridad. Por lo tanto, el éxito en la prevención de riesgos está intrínsecamente ligado no solo a la existencia de protocolos, sino a su calidad técnica, su aplicabilidad contextualizada que fomenta una cultura de seguridad participativa y efectiva.

Estos estudios coinciden en la alta incidencia de accidentes laborales en el sector de la construcción, subrayando la necesidad de una gestión de riesgos más efectiva y demuestran los esfuerzos por implementar sistemas de gestión como la ISO 45001 en Ecuador, al tiempo que advierten sobre las dificultades de adaptación y la ineficacia de protocolos generalistas que no consideran las particularidades de cada obra o entorno.

Desarrollo.

Identificación de peligros en obra civil para redes eléctricas y de datos

En la construcción de infraestructuras para redes eléctricas y de datos, particularmente implican trabajos de excavación, instalación de ducterías, construcción de pozos y manipulación de maquinaria pesada; las tareas recurrentes como el uso de gallineta, la instalación de tuberías, fundición de pozos y el trabajo con compactadoras, configuran un conjunto de actividades con alta probabilidad de siniestralidad si no se identifican de manera precisa los factores de riesgo asociados (Morales et al., 2021).



Identificación técnica de peligros por procesos constructivos reales

A partir de la observación directa realizada durante el proyecto de construcción de infraestructura para redes eléctricas y de datos en el Parque Industrial Plodis S.A., se identificaron los procesos constructivos clave que conforman el ciclo completo de intervención en campo. Cada uno de estos procesos presenta peligros específicos que requieren medidas de seguridad diferenciadas, tanto en su identificación como en su control.

El primer proceso crítico identificado fue la excavación con maquinaria pesada que representó riesgos mecánicos, como atrapamiento y golpes, además de riesgos físicos como ruido y vibración, especialmente en áreas sin delimitación adecuada. La revisión de campo reveló que, si bien existían protocolos básicos, la delimitación del área de trabajo y la gestión de puntos ciegos no se cumplían de forma rigurosa, lo que incrementaba la vulnerabilidad de los trabajadores auxiliares.

En el proceso de instalación de tuberías, los riesgos se concentraron principalmente en las maniobras con herramientas manuales, como palas, picos, barras, mazos, arcos de sierra, etc; herramientas que, al ser utilizadas en condiciones de trabajo repetitivas y a menudo en posiciones incómodas, aumentan la probabilidad de lesiones. Además, los trabajadores estuvieron expuestos a polvo generado por las excavaciones. A nivel ergonómico, se identificaron posturas forzadas en cargas mal distribuidas, si bien rutinarias, generaron fatiga en cuadrillas que no rotaban de función, lo cual fue señalado como una de las debilidades operativas más frecuentes.

Otro proceso con riesgo significativo fue el encofrado y desencofrado metálico de pozos, en el que se observó peligro por atrapamientos en dedos y manos, cortes por bordes metálicos mal alineados y caída de objetos. Aunque se entregaban guantes como parte del equipo de protección personal, EPP, su



uso no siempre era constante debido a incomodidad durante la manipulación fina del encofrado. Esta problemática refleja una brecha significativa entre la entrega del EPP y su uso efectivo, además que evidencia la necesidad de capacitación funcional sobre su aplicación en tareas específicas.

La preparación de mezcla en concretera presentó uno de los panoramas más complejos en cuanto a identificación de riesgos, al combinar factores mecánicos, químicos y ergonómicos, es así como, durante los trabajos técnicos, se observó que la concretera carecía de señalética de advertencia y que los operarios realizaban la carga sin cinturones de apoyo, lo que demostró la necesidad de establecer procedimientos de trabajo seguro, PTS, personalizados por actividad.

Finalmente, tareas complementarias como el uso de pintura y diluyentes para codificación de tapas de hormigón para pozos, evidenciaron riesgos químicos. A pesar de su baja frecuencia, esta tarea suele subestimarse, aunque en contextos cerrados puede generar intoxicación, irritación ocular y riesgos de inflamabilidad. A esto se suma la incomodidad de trabajar en posturas forzadas, al trabajar arrodillado o encorvado, lo cual genera un desalineamiento progresivo del sistema musculoesquelético. Este esfuerzo repetitivo y prolongado puede desgastar la columna, volverla más frágil y propensa a lesiones, aumentando la probabilidad de dolores crónicos en cuello, hombros y espalda, lo que compromete la salud a largo plazo y la productividad de los trabajadores.

Este análisis permitió mapear los peligros en función del proceso real ejecutado, lo cual confirma que los riesgos son altamente situacionales.



Clasificación operativa de peligros detectados en campo

La clasificación de peligros identificados durante la ejecución de obras civiles permite organizar el diagnóstico de seguridad de manera más precisa y operativa. Esta categorización no solo responde a criterios académicos, sino que fue aplicada en campo como herramienta para priorizar intervenciones, definir controles específicos y distribuir responsabilidades entre operarios, supervisores y personal técnico.

En la obra ejecutada en Plodis S.A., los peligros más frecuentes fueron mecánicos, ergonómicos, físicos y químicos, cada uno con efectos concretos sobre la salud de los trabajadores y sobre la eficiencia del proceso constructivo. Esta clasificación es congruente con lo establecido en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional bajo la norma ISO 45001:2018, donde se recomienda aplicar una matriz de riesgos que considere la naturaleza del peligro, la frecuencia de exposición y la probabilidad de ocurrencia (ISO, 2018).

Los peligros mecánicos fueron particularmente críticos en las fases de excavación, encofrado y fundición. Estos incluyeron atrapamientos por maquinaria, cortes con herramientas manuales y golpes por caídas de objetos o colisiones en áreas de tránsito estrecho. Una situación registrada durante el uso de amoladoras fue la ruptura de un disco por presión lateral indebida, lo cual representa un riesgo de amputación o trauma ocular si no se emplean cubiertas protectoras y gafas industriales adecuadas. Estos eventos coinciden con las estadísticas del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (2020), que ubican a las herramientas de corte como fuente primaria de lesiones graves en la construcción.

Con relación a los peligros físicos, se observó exposición a niveles elevados de ruido y vibración durante el proceso de excavaciones, cambios térmicos por



trabajo al aire libre sin sombra y contacto con materiales abrasivos. La exposición prolongada a vibraciones de frecuencia baja y alta puede provocar trastornos musculoesqueléticos, como el síndrome de vibración mano-brazo, causando dolor, entumecimiento y pérdida de fuerza en los músculos. Durante el rasanteo y compactación, se evidenció exposición constante al polvo fino, aunque no siempre es percibido como un peligro inmediato, su acumulación en el tracto respiratorio tiene efectos a largo plazo. La inhalación continua de partículas microscópicas puede irritar los pulmones, desencadenando afecciones respiratorias crónicas como bronquitis, asma ocupacional, y en casos más severos, puede contribuir a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, situación reportada también por Espinoza Quintana (2023) en estudios sobre condiciones de trabajo en obra civil.

Durante actividades como el zanjado y uso de carretillas, se identificaron riesgos ergonómicos por posturas forzadas, manipulación manual de cargas y movimientos repetitivos. Destacando, en la instalación de tuberías, donde el operario debía adoptar una posición semigirada durante varios minutos, lo cual generó quejas frecuentes de tensión muscular, mismas acciones repetitivas están vinculadas con dolencias musculoesqueléticas que, aunque no se clasifican como accidentes, afectan directamente la continuidad laboral y la productividad (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2022).

En cuanto a los peligros químicos, se identificó la exposición a vapores de pinturas y disolventes en la etapa final del proyecto. Aunque la frecuencia de estas tareas fue baja, el riesgo potencial era alto debido a la inflamabilidad de los solventes y a la falta de ventilación. En varios casos, se usaron mascarillas quirúrgicas, que no ofrecen protección adecuada contra compuestos orgánicos volátiles. Prevenir estos riesgos exige no solo el uso de equipos de



protección respiratoria adecuados, sino también la implementación de sistemas de ventilación eficientes en las áreas donde se manipulan productos volátiles.

Cabe destacar que cada tipo de peligro no actúa de manera aislada, en múltiples actividades, se constató la confluencia de dos o más factores de riesgo, como en la mezcla de concreto, donde confluyen peligro químico, mecánico y ergonómico, así consolidando que esta interacción multidimensional de riesgos exige protocolos integrales que no solo se basen en listas de verificación, sino en el análisis situacional de cada etapa operativa.

Factores estructurales que potencian el riesgo

Más allá de la identificación y clasificación de los peligros, la observación directa en campo permitió identificar factores estructurales que actúan como amplificadores del riesgo, comprometiendo la efectividad de los protocolos de seguridad y la integridad de los trabajadores. Estos factores, detectados en la obra de Plodis S.A. y en otras experiencias similares, se agrupan en tres dimensiones:

En primer lugar, se constató una formación técnica insuficiente en el uso seguro de herramientas, maquinaria y materiales peligrosos. Así podemos visualizar, el personal a cargo de la concretera no contaba con capacitación formal sobre mezcla de aditivos, ni sobre el uso correcto de guantes o mascarillas. Aunque se realizó una inducción general, esta no abordó riesgos específicos por tarea. Esto coincide con lo expuesto por Rodríguez Borbor y Herrera Brunett (2024), quienes afirman que la capacitación genérica tiene bajo impacto si no se contextualiza según los riesgos reales del entorno de trabajo.



Además, se evidenció la ausencia de procesos sistemáticos de supervisión técnica en ciertos tramos del proyecto. Si bien existía un responsable de obra, su presencia no fue constante en todas las actividades, lo que permitió que algunos procedimientos críticos, como la inspección de herramientas eléctricas o la delimitación del área de operación se omitieran o se ejecutaran parcialmente. Según Palacios Vergara (2021), la supervisión activa y empática no solo garantiza el cumplimiento normativo, sino que refuerza conductas seguras por parte del equipo operativo, actuando como un factor protector.

Un tercer hallazgo relevante fue la normalización de prácticas inseguras debido a repetición de tareas sin accidentes visibles, que generó exceso de confianza y relajamiento en el uso del EPP. Tal como lo documenta Marín Gómez y Arias Osorio (2020), la exposición repetida sin consecuencias inmediatas lleva a la tolerancia del riesgo, debilitando la percepción de peligro incluso entre trabajadores experimentados.

De manera complementaria, la escasa participación del personal operativo en el diseño de los protocolos limita su eficacia y apropiación. Como proponen Díaz Ortiz y Galán Navarro (2023), la construcción de los procedimientos operativos con el personal de campo no solo mejora la aplicabilidad de las medidas, sino que fortalece la apropiación de los protocolos y su cumplimiento.

Como parte del diagnóstico técnico realizado en la obra del Parque Industrial Plodis S.A., se aplicó una matriz de Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Determinación de Controles, IPER, con base en la norma ISO 45001:2018. Esta herramienta permitió organizar los riesgos según su nivel de peligrosidad, establecer prioridades de intervención y asignar controles específicos de acuerdo con el tipo de peligro y la actividad constructiva. La evaluación consideró la probabilidad de ocurrencia y la severidad de las



consecuencias, generando una puntuación cuantitativa que sirvió para clasificar el nivel de riesgo como crítico, alto o moderado.

A continuación, se presenta la Matriz IPER construida con los datos obtenidos directamente del análisis de campo



Tabla 1

Matriz IPER de riesgos laborales en obra civil de redes eléctricas y datos – Proyecto Plodis S.A.

Actividad	Peligro Identificado	Tipo de Peligro	Consecuencia Potencial	Nivel de Riesgo (PxS)	Clasificación del Riesgo	Controles Propuestos	Responsable Principal	Frecuencia de Evaluación
Obra Civil (General)	Falta de cultura de seguridad	Administrativo	Accidentes múltiples, baja moral, incumplimiento normativo	16	Crítico	Capacitación continua Supervisión activa Participación del personal	Gerencia / Supervisor	Continua / Mensual
Excavación (>1.5 m)	Atrapamiento por derrumbe de taludes	Físico	Fracturas, asfixia, fatalidad	20	Crítico	Entibación / barreras Permiso de trabajo Rotación de cuadrillas EPP completo	Supervisor Obra	Diaria / Semanal
Excavación (>1.5 m)	Caída a distinto nivel	Físico	Fracturas, contusiones graves	12	Alto	Barandales / redes Señalización – Capacitación en prevención Calzado antideslizante	Supervisor de Obra	Diaria / Semanal
Manejo de Maquinaria Pesada	Atrapamiento / Golpe por visibilidad limitada	Mecánico	Amputaciones, politraumatismos, fatalidad	15	Crítico	Cámaras / sensores Señalización con hombre Capacitación específica EPP	Jefe de Maquinaria / Operador	Diaria



Actividad	Peligro Identificado	Tipo de Peligro	Consecuencia Potencial	Nivel de Riesgo (PxS)	Clasificación del Riesgo	Controles Propuestos	Responsable Principal	Frecuencia de Evaluación
Instalación de Tuberías	Lesiones musculoesqueléticas y fatiga por manipulación	Ergonómico	Lumbalgia, hernias, tendinitis, fatiga crónica	12	Alto	Ayudas mecánicas Diseño ergonómico Pausas activas Guantes, cinturón lumbar	Supervisor / Encargado Logística	Semanal / Mensual
Compactación	Exposición a vibraciones y ruido	Físico	Trastornos musculoesqueléticos, hipoacusia	9	Moderado	Mantenimiento maquinaria Límites de exposición Protección auditiva y antivibración	Supervisor Maquinaria / Operador	Diaria
Compactación	Atropello / Golpe por máquina compactadora	Mecánico	Politraumatismos, fracturas, fatalidad	15	Crítico	Alarmas / luces Delimitación de zonas Comunicación operador-trabajador EPP	Supervisor Obra / Operador Compactador	Diaria
Uso de Productos Químicos	Intoxicación / Irritación por pinturas y disolventes	Químico	Quemaduras, afecciones respiratorias, daños a la piel	12	Alto	Productos menos tóxicos Ventilación forzada Manejo seguro Guantes, mascarilla, gafas	Responsable / Encargado Almacén	Mensual / Por actividad

Nota: Matriz IPER de riesgos identificados en la obra con el nivel de riesgo adaptado y los protocolos de control propuestos para la disminución y erradicación de riesgos conforme a la jerarquía de controles estimados.

**Tabla 2***Criterios de evaluación de Probabilidad de Riesgos*

Valor	Descripción	Detalle técnico
1	Improbable	Casi nunca ocurre, existe control total y condiciones estables
2	Poco probable	Puede ocurrir en condiciones anómalas o si fallan los controles
3	Possible	Ocurre con cierta frecuencia si no se controlan adecuadamente los riesgos
4	Probable	Sucede en varios casos conocidos, hay antecedentes en actividades similares
5	Muy probable o frecuente	Es casi seguro que ocurrirá si no se interviene con urgencia

Nota: La tabla describe la probabilidad de que ocurra el riesgo dentro de la obra, calificado conforme a la investigación y observación participativa

**Tabla 3***Criterios de evaluación de Severidad de Riesgos*

SEVERIDAD	Valor	Descripción	Ejemplos comunes
	1	Leve	Rasguños, molestias menores, sin incapacidad
	2	Menor	Heridas leves, dolor muscular, sin hospitalización
	3	Moderada	Incapacidad temporal, lesiones tratables con reposo
	Valor	Descripción	Ejemplos comunes
	4	Grave	Hospitalización, fracturas, pérdida parcial de la capacidad
	5	Catastrófica	Muerte, amputación, enfermedad profesional grave o irreversible

Nota: En la tabla podemos encontrar descritos los factores que pueden causar daño al trabajador conforme su grado de severidad.

**Tabla 4****Evaluación de consecuencias – Matriz de Riesgo Cruzada**

		SEVERIDAD				
		LEVE	MENOR	MODERADA	GRAVE	CATASTRÓFICA
PROBABILIDAD	IMPROBABLE	1 Bajo	2 Bajo	3 Bajo	4 Bajo	5 Bajo
	POCO PROBABLE	2 Bajo	4 Bajo	6 Moderado	8 Moderado	10 Moderado
	POSIBLE	3 Bajo	6 Moderado	9 Moderado	12 Alto	15 Alto
	PROBABLE	4 Bajo	8 Moderado	12 Alto	16 Crítico	20 Crítico
	FRECUENTE	5 Bajo	10 Moderado	15 Alto	20 Crítico	25 Crítico

Nota: La matriz de riesgo cruzado nos detalla la evaluación de consecuencias conforme a la multiplicación de grado de probabilidad por la severidad.

Desarrollo de las Soluciones Propuestas

En el contexto de la construcción de infraestructuras para redes eléctricas y de datos, los riesgos ocupacionales asociados a diversas actividades requieren soluciones específicas que minimicen su impacto y protejan la seguridad de los trabajadores. Estas soluciones se alinean con la jerarquía de controles de riesgo, que establece la prioridad de eliminar los peligros, aplicar controles de ingeniería, implementar medidas administrativas y, finalmente, recurrir a equipos de protección personal, EPP, para garantizar un entorno seguro.

Uno de los riesgos más comunes en las obras de construcción de redes eléctricas y de datos es el relacionado con las actividades de excavación, que superan los 1.50 metros, exponiendo a los trabajadores a peligros como atrapamientos, deslizamientos de tierra y caídas. Para abordar este peligro, una solución más eficaz consiste en rediseñar los procesos constructivos, evitando la necesidad de realizar excavaciones en terrenos de alto riesgo y en lugar de recurrir a excavaciones profundas, se pueden implementar tecnologías de instalación con perforación horizontal dirigida, que permite la instalación de redes eléctricas subterráneas sin alterar el terreno en gran medida. Otra opción viable es el método de impacto con martillo neumático, que facilita la colocación de cables mediante perforaciones controladas sin necesidad de excavar grandes zanjas. Además, el uso de túneles prefabricados ofrece una alternativa segura para el paso de cables y redes, minimizando la exposición a riesgos de derrumbes y mejorando la eficiencia del proceso. Estas tecnologías no solo reducen significativamente la exposición a peligros físicos, como deslizamientos y caídas, sino que también optimizan el tiempo y los recursos del proyecto, garantizando una instalación más rápida y menos invasiva. Sin embargo, en aquellos casos donde la excavación sea inevitable, se



deben aplicar controles de ingeniería como el uso de barreras físicas que delimiten las zonas de trabajo y el empleo de sistemas de andamiaje para asegurar la estabilidad de las paredes de las zanjas. Estas medidas ayudarán a prevenir derrumbes y minimizarán el riesgo de caídas. A nivel administrativo, la capacitación constante de los trabajadores es fundamental para asegurar que estén completamente informados sobre los riesgos y las prácticas seguras en el trabajo de excavación. Además, se debe implementar un sistema de rotación de cuadrillas para evitar que los trabajadores permanezcan mucho tiempo expuestos a las condiciones peligrosas en las excavaciones profundas. Finalmente, los equipos de protección personal, EPP, son esenciales en esta etapa.

El manejo de maquinaria pesada, como excavadoras y retroexcavadoras, plantea riesgos de atrapamientos, golpes y accidentes debido a la visibilidad limitada. Para mitigar estos riesgos, es esencial implementar controles de ingeniería, tales como sistemas de retroalimentación visual, cámaras de retroceso y sensores de proximidad, que alerten a los operadores sobre la presencia de trabajadores en áreas de riesgo. Además, deben establecerse procedimientos claros para el bloqueo y etiquetado de maquinaria fuera de uso, evitando el acceso no autorizado por parte de los trabajadores. Esto se complementa con la realización de inspecciones regulares de la maquinaria, para garantizar que estén operando de manera segura. A nivel administrativo, se recomienda que los operarios de maquinaria reciban formación específica sobre seguridad en el manejo de equipos pesados, enfocada en la utilización correcta de las tecnologías de seguridad y la identificación de riesgos antes de iniciar el trabajo.

La manipulación manual de materiales pesados, en la instalación tuberías, también representa un riesgo importante, ya que puede ocasionar lesiones



musculoesqueléticas y fatiga. Para evitar estos problemas, la solución más efectiva es la automatización del proceso de manipulación de materiales, tales como, el uso de grúas y carretillas elevadoras puede reducir significativamente la necesidad de levantar y transportar manualmente materiales pesados.

Además, la organización del espacio de trabajo es crucial, un diseño adecuado del área de trabajo puede minimizar las distancias recorridas y facilitar el acceso a los materiales, las pausas activas y la rotación de tareas son medidas administrativas eficaces para reducir la fatiga, mientras que los trabajadores deben utilizar cinturones de soporte lumbar, guantes de agarre y botas de seguridad para proteger su salud y evitar lesiones durante las actividades de manipulación manual.

En las actividades que implican el uso de productos químicos, como pinturas y disolventes para el sellado de las instalaciones, es crucial aplicar soluciones para prevenir la intoxicación, irritaciones o quemaduras. En primer lugar, se debe eliminar el peligro optando por productos menos tóxicos, siempre que sea posible, los controles de ingeniería incluyen la implementación de sistemas de ventilación forzada en las áreas donde se manipulan estos productos, para reducir la concentración de vapores peligrosos en el aire. Los trabajadores deben ser capacitados sobre los riesgos asociados con los productos químicos y seguir estrictos protocolos de manejo y almacenamiento seguro. Para completar las medidas preventivas, el uso de máscaras con filtro, guantes resistentes a productos químicos y gafas de seguridad es esencial para evitar el contacto directo con las sustancias peligrosas.

Finalmente, para asegurar que todas estas soluciones sean efectivas, es fundamental fomentar una cultura de seguridad dentro del Parque Industrial



Plodis S.A. La seguridad no debe verse solo como un conjunto de normativas, sino como un valor compartido que debe estar presente en todos los niveles de la organización (American Society of Safety Professionals, 2020). Esto se logra a través de una capacitación continua, no solo al inicio del proyecto, sino durante todo el ciclo de la obra, garantizando que todos los trabajadores estén actualizados con las mejores prácticas de seguridad. Además, es crucial que los trabajadores participen activamente en la identificación de riesgos y en la propuesta de mejoras, involucrándolos directamente en el proceso de creación de los protocolos de seguridad. La supervisión constante es otra medida clave para garantizar que las normas se apliquen correctamente y para hacer ajustes cuando sea necesario, especialmente en situaciones de emergencia o cuando se presentan condiciones cambiantes en el sitio de trabajo.

Controles técnicos: medidas de ingeniería para eliminar riesgos

Los controles técnicos son los más eficaces para mitigar los riesgos en el origen, tal como establece la ISO 45001:2018. En el Parque Industrial Plodis S.A., se implementaron diversas medidas de ingeniería que contribuyeron de manera efectiva a la eliminación de riesgos inmediatos. Estas incluyeron la delimitación física de áreas de trabajo y el uso de barreras de protección en excavaciones profundas, así como la automatización de algunos procesos en tareas de alta exposición.

Sin embargo, algunos controles de ingeniería no son implementados de manera uniforme, así se pudo observar que, en las excavaciones, las barreras de protección fueron implementadas solo en ciertas áreas, mientras que, en otras zonas críticas, se omitirían las medidas de seguridad debido a la falta de recursos o tiempo. Esto contraviene la jerarquía de controles, que establece que las medidas de ingeniería deben ser las primeras en implementarse, antes



de recurrir a EPP o medidas administrativas, los controles de ingeniería deben ser parte integral de la planificación inicial y no deben depender de las condiciones operativas del día a día.

Además, en áreas con exposición a vapores de productos químicos, se aplicaron sistemas de ventilación forzada. Si bien estos sistemas fueron útiles, su capacidad era limitada en espacios cerrados y no siempre lograban disipar completamente los compuestos orgánicos volátiles. Esto muestra que, aunque los controles de ingeniería fueron aplicados, no fueron siempre suficientemente robustos o adaptados a las necesidades de cada zona de trabajo. La implementación de tecnologías de control ambiental más especializadas podría haber mejorado significativamente la protección contra la exposición química.

La jerarquía de controles

La jerarquía de controles establece que los riesgos deben ser gestionados comenzando por su eliminación o sustitución, seguido de los controles de ingeniería, los controles administrativos y, finalmente, el uso de EPP. En la obra de Plodis S.A., se observó una tendencia a priorizar los controles personales sobre las medidas de ingeniería. Por ejemplo, en trabajos de excavación profunda, se optó por el uso de EPP como cascos y guantes en lugar de instalar barreras de protección física o rediseñar los procesos para reducir la exposición al peligro.

Esto refleja un enfoque reactivo, más que preventivo. Según Morales et al. (2021), las medidas de ingeniería deberían ser la primera línea de defensa, ya que son las que efectivamente eliminan o reducen el peligro desde su origen. El uso de EPP y la supervisión administrativa solo deben ser aplicados cuando no se pueda modificar el riesgo de manera estructural.



En este sentido, el proyecto Plodis S.A. demuestra que, aunque los protocolos estuvieron alineados con las normas de seguridad, su implementación no siempre siguió la jerarquía recomendada, lo que limitó la eficacia global de los controles. El análisis comparativo entre lo normado y lo observado resalta que los controles de ingeniería deben ser priorizados y adoptados desde el inicio del proyecto, especialmente en actividades de alto riesgo como las excavaciones y el manejo de maquinaria pesada.

Evaluación del impacto de los protocolos de seguridad implementados

En el contexto de la construcción de infraestructuras para redes eléctricas y de datos, los riesgos ocupacionales asociados a diversas actividades requieren soluciones específicas que minimicen su impacto y protejan la seguridad de los trabajadores. Este enfoque de evaluación busca verificar cómo cada medida implementada contribuye a fortalecer la cultura preventiva, asegurar la sostenibilidad a largo plazo y facilitar la adaptación a las condiciones cambiantes del entorno de construcción.

Para los riesgos asociados a las actividades de excavación, la evaluación se centraría en la adopción efectiva de tecnologías innovadoras y se mediría el porcentaje de proyectos donde estas soluciones sustituyen a las excavaciones profundas tradicionales, cuantificando la reducción directa de incidentes críticos como atrapamientos o derrumbes en estas áreas. Paralelamente, se auditaría la implementación consistente de controles de ingeniería como barreras físicas y sistemas de andamiaje, verificando su correcta instalación y mantenimiento mediante inspecciones regulares y registros detallados.

En lo que concierne al manejo de maquinaria pesada, la evaluación se enfocaría en la eficacia de los controles de ingeniería como las cámaras de retroceso y los sensores de proximidad, analizando la disminución de incidentes por golpes o atrapamientos y registrando las activaciones de los



sistemas de alerta. La adherencia a los procedimientos de bloqueo y etiquetado sería evaluada mediante auditorías sorpresa y la revisión de registros, mientras que la efectividad de las inspecciones regulares de la maquinaria se determinaría por la reducción de fallas operativas o hallazgos críticos.

Para los riesgos derivados de la manipulación manual de materiales pesados, la evaluación buscaría cuantificar la reducción de lesiones musculoesqueléticas, analizando los registros médicos y correlacionándolos con el aumento en la automatización del proceso. Las medidas administrativas, como las pausas activas y la rotación de tareas, serían evaluadas mediante encuestas percibidas entre los trabajadores y la revisión de los registros de cumplimiento de estas prácticas.

Respecto a las actividades que implican el uso de productos químicos, la evaluación priorizaría la efectividad de la eliminación del peligro a través de la sustitución por productos menos tóxicos, verificando los cambios en los inventarios y las hojas de seguridad de los materiales utilizados. Los controles de ingeniería, como los sistemas de ventilación forzada, se evaluarían mediante monitoreos ambientales periódicos para confirmar la reducción de la concentración de vapores peligrosos en el aire.

Impacto de los controles en la reducción de accidentes y enfermedades

Uno de los primeros indicadores clave de la eficacia de los protocolos de seguridad es la tasa de accidentes y enfermedades laborales, durante la ejecución del proyecto, se registraron resultados favorables en cuanto a accidentes graves, no se presentaron accidentes mortales ni incapacidades graves. Esto sugiere que los protocolos, al menos en cuanto a la prevención de riesgos inmediatos, fueron efectivos.



Sin embargo, a pesar de esta reducción de accidentes graves, los accidentes menores, como lesiones musculoesqueléticas o pequeñas contusiones continuaron siendo frecuentes. Estas lesiones fueron causadas principalmente por factores ergonómicos asociadas a posturas incorrectas o la manipulación de cargas sin técnicas adecuadas, además por el uso inadecuado de EPP en tareas que requerían un mayor nivel de protección (Cortéz Méndez y Benítez Pincay, 2023). Esta diferencia entre la reducción de accidentes graves y la persistencia de accidentes menores resalta la necesidad de enfoques preventivos más amplios, no solo centrados en el uso de EPP, sino también en la gestión del ambiente laboral y la adaptación de las tareas a las condiciones de cada trabajador.

De acuerdo con la investigación y revisión bibliográfica, los accidentes menores y las enfermedades ocupacionales crónicas a menudo son infravalorados en comparación con los accidentes graves, aunque su impacto a largo plazo es igualmente perjudicial para la salud laboral y la productividad. Es necesario, por tanto, considerar no solo la prevención de accidentes inmediatos, sino también la reducción de los riesgos a largo plazo, como lesiones musculoesqueléticas y enfermedades respiratorias debido a la exposición constante a polvo y productos químicos.

Evaluación de la efectividad de la cultura de seguridad y la participación activa

La cultura de seguridad en cualquier proyecto de construcción juega un papel esencial en la aplicación exitosa de los protocolos de seguridad. En el caso de Plodis S.A., la cultura organizacional de seguridad fue promovida a través de charlas de inducción, entrenamientos periódicos y la entrega de EPP. No obstante, uno de los aspectos clave para evaluar la efectividad de los protocolos es la participación activa de los trabajadores en el diseño y



adaptación de los mismos. Durante la observación, se notó que, aunque los trabajadores recibieron formación sobre los riesgos y medidas preventivas, la participación en la toma de decisiones sobre los protocolos de seguridad fue limitada.

La falta de compromiso activo de los trabajadores, así como la falta de retroalimentación efectiva sobre la implementación de los protocolos, evidenció que la seguridad no se convirtió en una prioridad compartida en todo momento. Es conveniente recordar que la participación activa de los trabajadores en la evaluación y ajuste de los protocolos es crucial para garantizar que los mismos no sean solo documentos formales, sino que se adapten a las necesidades del día a día en el terreno y dentro de las actividades que realizan cada uno.

Un aspecto clave de la cultura de seguridad es la supervisión constante, que en el proyecto no siempre fue suficiente, por lo que la falta de supervisores en tareas críticas y la baja frecuencia de revisiones contribuyeron a que, en algunos casos, los protocolos se desviaran. Además, se observó que, en actividades menos peligrosas, como el uso de herramientas manuales o la manipulación de materiales livianos, los trabajadores no cumplían rigurosamente con las medidas de protección, lo que aumentó el riesgo de lesiones menores. Esto refuerza la idea de que los protocolos de seguridad deben ser continuamente monitoreados y adaptados según las condiciones cambiantes de las obras.

Desafíos en la implementación y seguimiento de los controles técnicos

La aplicación de controles técnicos en la obra de Plodis S.A. mostró resultados positivos en la reducción de riesgos inmediatos. Las medidas de ingeniería, como barreras de protección y delimitación de zonas de trabajo, fueron claves para garantizar la seguridad en actividades de alto riesgo como excavaciones



profundas, ayudando a evitar accidentes graves como caídas o atrapamientos, y contribuyendo a un ambiente laboral más seguro.

Sin embargo, se evidenció que algunas de estas medidas no se implementaron de forma constante. En excavaciones profundas, la señalización y las barreras fueron colocadas temporalmente o se movieron por condiciones operativas. Esta omisión indica que los controles de ingeniería no siempre fueron lo suficientemente robustos o adaptables a las necesidades cambiantes de la obra. Otro aspecto claro fue que, aunque se aplicaron formas de ventilación en áreas con vapores químicos, estas resultaron ineficaces en zonas cerradas o con mala circulación de aire.

En este contexto, resulta clave la normativa ISO 45001:2018, que establece que los controles técnicos deben aplicarse desde el inicio del proyecto, asegurando su permanencia y sostenibilidad, e incorporando ajustes continuos según las condiciones operativas, para eliminar el riesgo desde su origen.

Discusión

La investigación sobre los protocolos de seguridad ocupacional en la construcción de infraestructuras para redes eléctricas y de datos en el Parque Industrial Plodis S.A. ha revelado hallazgos significativos que requieren un análisis exhaustivo. Estos resultados no solo confirman la peligrosidad inherente al sector de la construcción, un problema reconocido globalmente por organismos como la Organización Internacional del Trabajo (2014) y evidenciado en el contexto ecuatoriano (Morales et al., 2021), sino que también proporcionan un análisis detallado de los riesgos específicos presentes en las operaciones de Plodis S.A. La naturaleza dinámica y compleja del entorno de la construcción, que involucra múltiples oficios, maquinaria pesada, fuentes



de energía y factores ambientales cambiantes, exige una atención rigurosa en la identificación y gestión de peligros.

En este contexto, la matriz IPER, desarrollada a partir de la observación participativa y una exhaustiva identificación de peligros, ha sido fundamental al abordar una gama completa de amenazas, desde los riesgos biomecánicos y físicos relacionados con excavaciones, instalaciones, manejo de maquinaria, peligros ergonómicos derivados de la manipulación de herramientas, materiales y la exposición a productos químicos en tareas de pintura. Estos peligros, correctamente categorizados y valorados, tienen el potencial de generar consecuencias graves para la integridad física y la salud de los trabajadores.

La coincidencia de los hallazgos con las directrices de la Organización Internacional del Trabajo (2006) sobre sistemas de gestión de seguridad y salud laboral y la norma ISO 45001:2018 es notable, lo que refuerza la validez de las propuestas. Este enfoque teórico destaca la importancia de implementar un sistema de gestión de seguridad en Plodis S.A., con una prevención proactiva que anticipa los riesgos antes de que se materialicen y supere el formalismo de los protocolos. Tal como han afirmado Cartagena Lema (2022) y Espinoza Quintana (2023), los protocolos generalistas pierden eficacia si no se adaptan a las condiciones particulares de cada obra, las tareas y el perfil del personal. En Plodis S.A., la observación mostró que, aunque el uso de EPP era frecuente, su idoneidad no siempre fue suficiente. Esta falta de alineación entre la práctica y el diseño de los protocolos de EPP subraya la necesidad de una evaluación y selección más rigurosa del equipo, adaptada a las exigencias físicas y biomecánicas de cada tarea.

El aspecto más innovador de esta discusión radica en la propuesta de soluciones basadas en la jerarquía de controles de riesgo, priorizando la

eliminación del peligro en su origen. Este enfoque diverge de los métodos tradicionales, que se limitan a mitigar los riesgos en lugar de erradicarlos. La adopción de tecnologías innovadoras en excavación, como: perforación horizontal dirigida o el uso de túneles prefabricados, no solo mejora la seguridad, sino que transforma los procesos constructivos. Esta aproximación permite reducir drásticamente la exposición humana a riesgos, como las zanjas abiertas, y genera beneficios operativos, como la disminución de tiempos de ejecución, costos asociados a la rehabilitación del terreno y el impacto ambiental. Estas tecnologías representan una reconfiguración profunda de las prácticas constructivas tradicionales y posicionan a Plodis S.A. como un referente en la adopción de buenas prácticas en la construcción de infraestructuras críticas.

Asimismo, el uso de controles de ingeniería avanzados en maquinaria pesada, como cámaras de retroceso y sensores de proximidad, refleja un compromiso claro con la mejora tecnológica para salvaguardar la seguridad. Estos sistemas actúan como alertas preventivas que reducen significativamente el riesgo de colisiones y atrapamientos. Esta integración de tecnología no solo mejora la seguridad, sino que también optimiza los flujos de trabajo y reduce la fatiga del personal, lo que aumenta la productividad general de la obra. La inversión en estas soluciones tecnológicas, aunque costosa inicialmente, justifica ampliamente los beneficios económicos a largo plazo, como la reducción de costos de atención médica, compensaciones laborales y tiempo de inactividad.

La importancia de las medidas administrativas y la capacitación continua se resalta como un pilar clave en la gestión integral de la seguridad. Más allá de la implementación de soluciones técnicas, la investigación enfatiza la necesidad de fortalecer una cultura de seguridad proactiva dentro de la organización. Los permisos de trabajo para actividades de alto riesgo, la



rotación de cuadrillas y la aplicación de protocolos de bloqueo y etiquetado son medidas administrativas que gestionan eficazmente la exposición al riesgo. La capacitación continua no debe entenderse como una actividad puntual, sino como un proceso dinámico y reiterativo que asegura la actualización permanente del personal en buenas prácticas y nuevos riesgos. La participación activa de los trabajadores en la identificación de riesgos y la propuesta de mejoras se convierte en un factor clave para fortalecer la seguridad como un valor personal y colectivo. Este enfoque colaborativo asegura que los protocolos de seguridad no sean simplemente normativas formales, sino que se conviertan en prácticas cotidianas efectivas.

Si bien la implementación de protocolos de seguridad ocupacional en Plodis S.A. ha sido evaluada en términos de su idoneidad y efectividad, es necesario reconocer algunas limitaciones de este estudio. La naturaleza descriptiva y cualitativa de la investigación, aunque crucial para identificar los peligros y factores estructurales que perpetúan el riesgo, no incluyó la fase de implementación y validación empírica de los protocolos propuestos, por tal motivo, los beneficios mencionados, aunque razonables según la literatura y las buenas prácticas, siguen siendo hipótesis que requieren validación en la aplicación real.

Los protocolos de seguridad propuestos para Plodis S.A. no se limitan a ser pautas básicas, sino que, representan una estrategia integral y transformadora, fundamentada en un diagnóstico preciso de campo y alineada con los principios de la seguridad ocupacional moderna y las normas internacionales, estos protocolos tienen un potencial claro y considerable para elevar significativamente los estándares de seguridad en la construcción de infraestructuras. Este enfoque no solo promueve un entorno de trabajo más seguro y conforme con la normativa vigente, sino que también fomenta



la eficiencia, la productividad y una mayor conciencia sobre la vida, el bienestar además del desarrollo integral de todos los colaboradores.

Conclusión

La presente investigación ha logrado identificar y categorizar de manera exhaustiva los riesgos ocupacionales críticos inherentes a la construcción de infraestructuras para redes eléctricas y de datos en el Parque Industrial Plodis S.A. Mediante el desarrollo de una matriz IPER específica, se ha evidenciado la naturaleza multifactorial y la alta peligrosidad de tareas como las excavaciones profundas, las instalaciones de tuberías, el manejo de maquinaria pesada y la manipulación de materiales, lo cual se alinea con las estadísticas globales y nacionales que posicionan al sector de la construcción como uno de los más riesgosos. Este estudio demostró que, aunque en los papeles existen protocolos de seguridad, muchas veces no se aplican bien en la práctica. También mostró que no basta con usar medidas generales, ya que cada obra tiene sus propias características y riesgos que requieren soluciones específicas.

Frente a estos hallazgos, el estudio propone un conjunto de protocolos de seguridad más integrales, organizados según la jerarquía de controles de riesgo. Se prioriza la eliminación de peligros y el control mediante soluciones de ingeniería, incorporando tecnologías innovadoras que no solo reducen significativamente la exposición humana a los riesgos, sino que también mejoran la eficiencia operativa, la calidad del trabajo y la sostenibilidad ambiental del proyecto. Este enfoque se complementa con medidas administrativas y programas de capacitación continua, los cuales fortalecen la cultura de prevención y aseguran una aplicación más efectiva de la seguridad en campo.



En definitiva, la implementación de estos protocolos trasciende el cumplimiento normativo y representa una inversión estratégica que potenciará la eficiencia operativa y la reputación de Plodis S.A., asegurando un ambiente de trabajo más seguro, productivo y resiliente. Esta investigación contribuye significativamente al campo de la seguridad ocupacional, al ofrecer un modelo de gestión contextualizado que puede servir como base para futuras validaciones basados en la experiencia y la replicación en entornos constructivos similares, promoviendo una cultura de seguridad proactiva y consciente del valor de la vida humana.

Recomendaciones

A partir de los hallazgos y el análisis profundo de los riesgos ocupacionales en la construcción de infraestructuras para redes eléctricas y de datos en el Parque Industrial Plodis S.A., se formulan las siguientes recomendaciones estratégicas y operativas para fortalecer la seguridad y la salud en el trabajo:

En primer lugar, se recomienda la implementación prioritaria y progresiva de los protocolos de seguridad planteados, adoptando rigurosamente la jerarquía de controles de riesgo. Esto implica, en la medida de lo posible, la exploración y adopción de tecnologías de eliminación y control de ingeniería, se debe considerar además la inversión y capacitación para el uso de técnicas avanzadas e innovadoras como la perforación horizontal dirigida para la instalación de tuberías, lo que reduciría significativamente la necesidad de excavaciones abiertas y la exposición a derrumbes. Asimismo, se aconseja la integración de sistemas de seguridad activos en la maquinaria pesada, como sensores de proximidad y cámaras de 360 grados, para minimizar colisiones y atrapamientos.

En segundo lugar, es imperativo fortalecer los controles administrativos y fomentar una cultura de seguridad proactiva, esto se traduce en la revisión y



estricta aplicación de permisos de trabajo para todas las actividades de alto riesgo, asegurando una supervisión constante y calificada. Se recomienda diseñar e implementar programas de capacitación continuos, específicos para cada tarea y riesgo identificado, que vayan más allá de la inducción inicial y que promuevan la participación activa de los trabajadores en la identificación de peligros y la propuesta de mejoras.

Finalmente, es importante establecer un sistema robusto de monitoreo y evaluación de los protocolos de seguridad, mediante el uso de indicadores clave de desempeño, KPIs, claros y medibles lo que permitirá una evaluación continua de su efectividad, facilitando la toma de decisiones y la aplicación de mejoras continuas en el sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional. La inversión en estas recomendaciones debe concebirse como un elemento estratégico para la sostenibilidad operativa de Plodis S.A., garantizando no solo la protección de la vida y la salud de sus colaboradores, sino también la optimización de los procesos.



Referencias

Cartagena Lema, J. (2022). Diseño de un modelo de gestión de seguridad y salud ocupacional para la empresa constructora “Construcciones y Proyectos” de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba. Recuperado de <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9818>

Choudhry, R., Fang, D., y Mohamed, S. (2014). The effect of safety management practices on construction accident frequency rate in Pakistan. *Safety Science*, 68, 303-311.

Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.04.004>

Díaz Ortiz, V., y Galán Navarro, C. (2023). Cultura de seguridad laboral en la construcción: Taller participativo aplicado en Colombia. *Revista de Ingeniería y Seguridad*, 12(1), 45–62. Recuperado de <https://repository.usta.edu.co/bitstreams/630e1812-4382-4b72-80d0-bc6cda7b0193/download>

Espinoza Quintana, M. (2023). Implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la Norma ISO 45001 en empresas del sector de la construcción (Tesis de posgrado). Universidad Técnica de Ambato. Repositorio UTA. Recuperado de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/40919>

Granda Farinango, C. D. (2022). Implementación de la norma ISO 45001:2018 para el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en obras civiles en la ciudad de Quito. (Tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito. Recuperado de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21921>



Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2020). Accidentes de trabajo con herramientas manuales en el sector de la construcción. INSST.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2022). Trastornos musculoesqueléticos en el sector de la construcción: Guía de prevención. INSST.

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

Marín Gómez, C., y Arias Osorio, G. (2020). Desempeño en seguridad y salud en el trabajo en proyectos de construcción: Una revisión sistemática de la literatura. Revista Facultad de Ingeniería, 95, 33-45.

Martínez Oropesa, D., y Montero Martínez, F. (2015). La cultura de seguridad en las organizaciones. Editorial Pirámide. Recuperado de <https://doi.org/10.17981/ingecuc.11.2.2015.05>

Ministerio del Trabajo de Ecuador. (2017). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (Decreto Ejecutivo N.º 2393). Recuperado de <https://www.trabajo.gob.ec/>

Ministerio del Trabajo de Ecuador. (2021). Informe técnico de accidentabilidad laboral en el Ecuador. Subsecretaría de Seguridad y Salud en el Trabajo. Recuperado de <https://www.trabajo.gob.ec/>

Morales, L., Espín, M., y Armas, E. (2021). Análisis de la accidentalidad laboral en el sector de la construcción en Ecuador (2016–2019). Revista Científica de Seguridad y Prevención, 6(2), 101–116. Recuperado de



<https://revistas.escuelaingenieria.edu.ec/index.php/revistacientifica/article/view/101>

Nomadia. (2023). Protocolo de seguridad y código laboral: ¡comprender bien! Recuperado de <https://www.nomadia-group.com/es/recursos/blog/protocolo-de-seguridad-y-codigo-laboral-comprender-bien/>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2006). Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo.

Recuperado de https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_107147.pdf

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2014). SALUD Y SEGURIDAD EN

EL TRABAJO (SST). Recuperado de https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/@ilo-buenos_aires/documents/publication/wcms_248685.pdf

Palacios-Vergara, M., y Palacios-Vergara, M. L., (2021). Retos en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo en la construcción. Revista Publicando, 8(30), 209-223.

Rodríguez Borbor, C., y Herrera Brunett, G. (2024). Análisis de la accidentalidad laboral y cultura de prevención en el sector de la construcción mediante revisión sistemática y meta-análisis. Polo del Conocimiento, 9(11), 52-76. Recuperado de



<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/8258>

Universidad Espíritu Santo. (2024). Informe sobre accidentes laborales en el sector construcción en Ecuador 2015-2022. Facultad de Ciencias Sociales. <https://uees.edu.ec/descargas/libros/2024/informe-de-siniestralidad-laboral-en-el-ecuador.pdf>

