Artículo original

Evaluación del control de la calidad y riesgos para la seguridad y salud en el trabajo en una empresa de producción de chapas de madera en Ghana

Assessment of quality control and occupational health and safety hazards in a veneer production firm in Ghana

Francis Kofi Bih[1] https://orcid.org/0000-0002-5197-5516
Issah Chakurah[2*] https://orcid.org/0000-0002-2055-0769
Mustapha Eric Naah[3] https://orcid.org/0009-0009-5803-2324
Adamu Wahab[4] https://orcid.org/0000-0003-3729-3962
Mark Bright Donkor[1] https://orcid.org/0000-0003-0885-0213

[1]University of Skills Training and Entrepreneurial Development, Department of Wood Science and Technology Education. Kumasi, Ghana.
[2]University of Cape Coast, Department of Vocational and Technical Education. Ghana.
[3]Nusrat Jahan Ahmadiyya College of Education, Department Maths and Technical Education, Wa, Ghana.
[4]University of Skills Training and Entrepreneurial Development, Department of Construction Technology and Management Education. Kumasi, Ghana.

[*]Autor para la correspondencia: chakurah.issah@ucc.edu.gh

RESUMEN

Introducción: La fabricación de chapas de madera integra procesos mecánicos, generación de polvo de madera, tratamientos térmicos, uso de productos químicos, maquinaria en movimiento y materiales combustibles, lo que hace que la calidad del producto y la seguridad laboral estén estrechamente vinculadas.

Objetivos: Evaluar los conocimientos de los empleados sobre el control de calidad, la seguridad y salud en el trabajo, las prácticas de seguridad y las estrategias para mejorar la calidad y la seguridad en una empresa de producción de chapas de madera en Kumasi, Ghana.

Métodos: Estudio transversal basado en cuestionarios estructurados, se obtuvieron 216 respuestas válidas (203 empleados y 13 directivos). Los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva y análisis de varianza a nivel de ítem, considerando variables como los años de servicio, el nivel educativo, el puesto de trabajo y el área

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

operativa.

Resultados: Los gerentes demostraron un conocimiento práctico de control de calidad de moderado a alto (3,21 ± 1,339), con conocimiento limitado de las normas formales. El conocimiento de los empleados sobre seguridad y salud ocupacional ,era relativamente bajo (2,90 ± 1,219), con notables deficiencias en políticas, protección química, procedimientos de emergencia y prevención de riesgos.

Conclusiones: Las prácticas de seguridad fueron desiguales; se observaron mejores medidas en equipos de protección individual y protocolos de seguridad y debilidades en protección contra incendios y señalización. La mayoría de las diferencias entre grupos no resultaron significativas. Se recomienda reforzar la formación, las inspecciones, la comunicación, la participación de los trabajadores y la revisión de las políticas.

Palabras clave: fabricación de chapas de madera; control de calidad; seguridad y salud en el trabajo; polvo de madera; equipos de protección individual; gestión de la seguridad

ABSTRACT

Introduction: Veneer manufacturing integrates mechanical processing, wood dust generation, thermal processes, chemical use, moving machinery and combustible materials, making product quality and occupational safety closely interconnected.

Objective; To assess employees' knowledge of quality control, occupational health and safety safety practices, and strategies for improving quality and safety in a veneer production firm in Kumasi, Ghana.

Methods: A cross-sectional survey using structured questionnaires yielded 216 usable responses (203 employees and 13 managers) from 233 questionnaires distributed (92.7% response rate). Data were analysed using descriptive statistics and item-level analysis of variance across years of service, educational level, job designation and job operation.

Results: Managers demonstrated moderate-to-high practical quality control knowledge (3.21 ± 1.339), although knowledge of formal standards was limited. Employees' occupational health and safety knowledge was relatively low (2.90 ± 1.219) with notable gaps in policies, chemical protection, emergency procedures and hazard prevention. Safety practices were uneven, with stronger personal protective equipment and security practices but weaker fire protection and signage.

Conclussion: Most group differences were nonsignificant, except for education-related differences in knowledge of approved equipment and chemicals (F=4.189, p=.005). Strengthening training, inspections, communication, worker participation and policy review is recommended.

Keywords: veneer manufacturing; quality control; occupational health and safety; wood dust; personal protective equipment; safety management

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Recibido: 18 de septiembre de 2026
Aceptado: 15 de noviembre de 2026
Publicado: 19 de noviembre de 2026
Editor a cargo: MSc. Jesús Salvador Hernández Romero

Formato para cita (Vancouver): Bih FK, Chakurah I, Nash ME, Wahab A, Donkor MB. Evaluación del control de la calidad y riesgos para la seguridad y salud en el trabajo en una empresa de producción de chapas de madera en Ghana. Rev cuban salud trabajo. 2026 [acceso DD/MM/AAAA];27:e1112. Disponible en: https://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsyt/article/view/1112

Introducción

La industria de procesamiento de la madera sigue siendo un componente importante de la base manufacturera de Ghana; sin embargo, la producción de chapas de madera se sitúa en la intersección de dos presiones operativas constantes: la necesidad de fabricar productos de madera comercializables y con dimensiones uniformes, y la necesidad de controlar los riesgos derivados de la maquinaria, el polvo, el calor, el ruido, los productos químicos y los materiales combustibles. Estas presiones no deben abordarse como problemas de gestión independientes. Los defectos, la necesidad de reprocesar, un control deficiente de los procesos y las prácticas laborales inseguras pueden originarse a partir de carencias interrelacionadas en cuanto a disciplina operativa, competencia del personal, mantenimiento y comunicación. La investigación actual sobre la calidad en los productos de madera pone cada vez más énfasis en el seguimiento de los procesos, el control basado en datos y la reducción sistemática de defectos, en lugar de limitarse únicamente a la inspección de los productos terminados.[1,2,3] Del mismo modo, la investigación en seguridad laboral aborda cada vez más el control de la exposición como un sistema que integra medidas de ingeniería, disposiciones administrativas, el comportamiento de los trabajadores y el aprendizaje organizacional, en lugar de depender únicamente de los equipos de protección individual (EPI).[4,5,6]

La dimensión de la calidad resulta especialmente relevante en la producción de chapas de madera, ya que el rendimiento y el valor del producto dependen de las características de la materia prima, los parámetros del proceso, el control de la humedad, la precisión en el corte, el secado y la manipulación posterior. Evidencias recientes demuestran que los parámetros tecnológicos pueden influir de manera significativa en la calidad y el rendimiento

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

tanto de las chapas como del contrachapado.[7,8] Asimismo, se ha constatado que el control del secado de chapas basado en datos permite lograr un desempeño más constante en el proceso,[2] mientras que el control estadístico de procesos ayuda a identificar variaciones sistemáticas que, de otro modo, pasarían desapercibidas al considerarse parte de la producción habitual.[3] Estos avances indican que, si bien el conocimiento de las normas y procedimientos es necesario, resulta insuficiente por sí solo. Las empresas deben transformar dicho conocimiento en controles de proceso replicables, rutinas de mantenimiento y acciones correctivas.

El desafío en materia de seguridad es igualmente considerable. Los trabajadores del sector de la transformación de la madera pueden estar expuestos a polvo en suspensión, ruido, riesgos derivados de la maquinaria, factores de estrés ergonómico y otros peligros físicos o químicos. Estudios recientes señalan la aparición de problemas respiratorios en trabajadores expuestos a mezclas de polvo de maderas duras, lo que confirma que la exposición laboral sigue siendo una preocupación importante para la salud en los entornos de procesamiento de la madera.[9,10,11] Investigaciones realizadas en Mozambique vinculan las enfermedades de las vías respiratorias de origen laboral con las condiciones de exposición de los trabajadores del sector,[12] al tiempo que una revisión sistemática reciente identifica importantes repercusiones para la salud asociadas a diversos tipos de polvo de madera.[13] Estos hallazgos refuerzan la necesidad de implementar medidas preventivas que aborden la exposición en su origen, así como la ventilación, el mantenimiento, las prácticas de trabajo y el uso de una protección respiratoria adecuada.

El contexto de Ghana añade una dimensión institucional relevante. Estudios previos en este país documentan deficiencias en las prácticas de seguridad dentro de la industria de la madera, tales como un uso inadecuado de los equipos de protección individual (EPI) y la necesidad de una mayor supervisión y cumplimiento normativo.[14] Investigaciones más recientes en Ghana también subrayan la importancia de la formación en materia de seguridad laboral en este sector.[15] Por consiguiente, el presente estudio analiza tanto el conocimiento sobre el control de calidad como los conocimientos y prácticas de los trabajadores en materia de seguridad y salud ocupacional (SSO) dentro de un entorno de producción de chapas de madera.

El estudio se guio por una perspectiva conceptual integrada en la que interactúan las medidas de control de calidad, los conocimientos de los trabajadores, las medidas de seguridad y salud en el trabajo (SST) y las percepciones sobre el entorno de seguridad. Este enfoque es coherente con la Teoría de la Acción Razonada —que subraya el papel de las creencias, el control percibido y las influencias sociales en la configuración del comportamiento— y con la Teoría Social Cognitiva, la cual explica el comportamiento a través de relaciones recíprocas entre factores individuales, la conducta y las condiciones ambientales. El marco teórico resulta especialmente útil en este contexto, ya que el problema observado no puede explicarse únicamente mediante las características de los trabajadores. Cuando los sistemas formales son débiles, inaccesibles o están mal comunicados, tanto el nivel de

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

conocimientos como el cumplimiento de las normas pueden verse limitados por el entorno en el que operan los trabajadores.

En consecuencia, el estudio se planteó cuatro objetivos: evaluar el conocimiento de los directivos sobre las medidas de control de calidad en la producción de chapas de madera; evaluar el conocimiento de los trabajadores sobre las medidas de seguridad y salud en el trabajo (SST); evaluar las prácticas de SST de los trabajadores; e identificar estrategias para mejorar las prácticas de seguridad. El estudio aporta un análisis, a nivel de empresa, sobre cómo coexisten los conocimientos y los controles organizativos en un entorno de producción de chapas de madera en Ghana, y pone de relieve situaciones en las que medidas de seguridad aparentemente positivas pueden ocultar importantes deficiencias preventivas.

Revisión de la literatura

Control de calidad en la producción de chapas de madera

El control de calidad en el procesamiento de la madera se entiende cada vez más como un proceso continuo, en lugar de como una actividad de inspección al final de la línea de producción. Los enfoques modernos combinan el seguimiento de los procesos, la medición, el control estadístico, la optimización de los equipos y la retroalimentación. Qiu y Cool (2023) demuestran el valor del control de calidad basado en datos para el secado industrial de chapas de madera,[2] mientras que Yılmaz y Kökten (2024) muestran cómo se puede aplicar el control estadístico de procesos a la fabricación de madera contrachapada.[3] Por su parte, Chandrasari y Syahrullah (2022) ilustran cómo el control estadístico de procesos puede combinarse con el análisis de árbol de fallos para identificar y reducir las causas de los defectos.[16]

Más recientemente, Prakosa y otros (2026), demuestran cómo la metodología *Six Sigma DMAIC* y las herramientas básicas de calidad pueden integrarse para mejorar la fabricación de madera contrachapada de meranti.[1] En conjunto, estos estudios sugieren que el desempeño en términos de calidad depende de identificar la variación en el punto donde se origina y de actuar antes de que los defectos se acumulen.

La literatura técnica también refuerza la importancia del conocimiento de los procesos. Adamčík y otros (2025), analizaron la optimización de los parámetros de fresado CNC en madera contrachapada en relación con la rugosidad superficial,[7] mientras que Madiope y otros (2025), demostraron que la selección de la especie y los parámetros de procesamiento influyen en el rendimiento de la chapa.[8] Del mismo modo, Cool y Qiu (2024) destacan la optimización de los procesos en el secado de chapas,[17] mientras que Ozturk (2023) muestra el potencial de los modelos predictivos para identificar los parámetros óptimos de secado de chapas.[18] Pipíška y otros (2023), demuestran que la presión y las condiciones de humedad de la chapa pueden afectar a las propiedades de la madera contrachapada encolada,[19] mientras que Demirkir y otros (2013), señalan que los parámetros de

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

fabricación de los paneles pueden influir en la resistencia de la unión,[20] y Kymäläinen y otros (2018), indican que las operaciones de procesamiento pueden alterar las propiedades físicas y mecánicas tanto de la chapa como de la madera contrachapada.[21] En conjunto, estos estudios indican que los responsables de la gestión necesitan algo más que una noción general sobre la calidad: requieren un conocimiento operativo que pueda traducirse en parámetros medibles, rutinas de inspección y decisiones correctivas.

Por tanto, la relevancia de las normas es doble. Las normas proporcionan una definición común de calidad aceptable, pero su valor depende del acceso a ellas, de su interpretación y de su aplicación coherente. Vashishtha (2024) presenta el aseguramiento de la calidad como una capacidad de fabricación más amplia,[22] mientras que Azizah e Indrasari (2025) vinculan la gestión de la calidad con la reducción de defectos en la cadena de suministro de la fabricación de madera contrachapada.[23] Del mismo modo, Susanti (2023) demuestra el valor del análisis de modos de fallo para priorizar la prevención de defectos.[24] Un gerente que sabe que existe una norma, pero que no puede acceder al documento completo, interpretar sus requisitos o incorporarla al control de procesos, puede tener un conocimiento meramente nominal, careciendo de competencia operativa. Por consiguiente, resulta importante la distinción que establece el presente estudio entre el conocimiento general de las prácticas de calidad y el acceso a la norma formal.

Seguridad y salud laboral en el procesamiento de la madera

Los entornos de procesamiento de madera conllevan múltiples vías de exposición. El polvo es una preocupación importante, ya que sus efectos en la salud pueden incluir irritación respiratoria, deterioro de la función pulmonar y enfermedades crónicas. Ennin y otros (2024), observaron efectos en la función respiratoria en trabajadores expuestos a polvo de maderas duras mixtas,[10] mientras que Ennin y otros (2025), informaron sobre problemas en la función pulmonar en trabajadores de la madera expuestos a polvo de maderas duras tropicales mixtas en Kumasi.[11] Chamba y otros (2023). caracterizaron, además, las partículas de polvo de madera, las endotoxinas y los betaglucanos en trabajadores mozambiqueños, demostrando que la exposición es más compleja que la mera presencia de polvo visible.[9] Evidencia reciente, aportada por Engelbrecht y otros (2025) y Elfatih y otros (2025), refuerza aún más la necesidad de considerar el polvo de madera como una exposición laboral significativa.[13,25]

Por consiguiente, la prevención requiere una jerarquía de controles. Los estudios recientes sobre la gestión de la exposición al polvo de madera subrayan la importancia de la evaluación de riesgos, la reducción de la exposición y la implementación de estrategias preventivas, en lugar de depender exclusivamente de los equipos de protección individual.[4,5,6,26] Un enfoque basado en la metodología -identificación de peligros, evaluación y control de riesgos- (*HIRADC*, por sussiglas en inglés), pone de relieve la importancia de identificar sistemáticamente los peligros, evaluar sus riesgos y determinar los controles adecuados antes de que se produzcan daños, la Facultad de

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Ingeniería, Universidad Widyatama, 2025) e Irhamna (2025), respaldan esta lógica preventiva mediante una revisión sistemática sobre la exposición al polvo de madera y los trastornos respiratorios.[27,28] Esta distinción es relevante para el presente estudio, ya que la disponibilidad de mascarillas contra el polvo no debe interpretarse como una prueba de que el riesgo asociado al polvo esté adecuadamente controlado. Un sistema de seguridad sólido debería contemplar, además, aspectos como la ventilación, la extracción, la limpieza y el orden en el lugar de trabajo, el mantenimiento de la maquinaria y el diseño de los procesos.

Otros peligros revisten una importancia similar. La exposición al ruido sigue siendo un factor relevante en el procesamiento de la madera; al respecto, Rathipe y Raphela (2022) analizaron la exposición al ruido laboral entre los trabajadores de aserraderos.[29] Asimismo, las condiciones psicosociales merecen atención, dado que el desempeño en materia de seguridad puede verse afectado por el estrés, la fatiga y el clima organizacional. Gutiérrez Álvarez y otros (2024) identificaron riesgos psicosociales entre los trabajadores de la industria del contrachapado,[30] mientras que Moon (2024) demostró la relevancia de la formación en liderazgo en materia de seguridad para el desempeño y el clima de seguridad en empresas de procesamiento de madera.[31] Asimismo, Ajmal y otros (2021) vincularon los enfoques de gestión de la seguridad con el desempeño en materia de seguridad y salud laboral, aunque su contexto difiere del procesamiento de madera.[32] Investigaciones recientes realizadas en Ghana sobre indicadores de desempeño en seguridad también respaldan el valor de combinar el cumplimiento normativo, la cultura de seguridad y las barreras organizativas al evaluar los sistemas de seguridad en el lugar de trabajo,[33] por otra parte, el rol desempeñado y el tipo de proyecto pueden influir en cómo se distribuyen los resultados en materia de seguridad en otros entornos laborales de alto riesgo.[34]

Estos hallazgos relacionados se utilizan con cautela, dado que provienen del sector de la construcción y no de la fabricación de chapas de madera.

Conocimiento, práctica y la brecha de implementación

Un problema recurrente en la seguridad laboral es la brecha entre conocer una norma de seguridad y aplicarla de manera constante. Estudios realizados en Ghana han revelado deficiencias en las prácticas de seguridad dentro del sector de procesamiento de madera, particularmente en lo que respecta al uso de equipos de protección individual (EPI) y su cumplimiento.[14] Del mismo modo, Donkoh y otros (2024) han señalado la importancia de la formación y el suministro de EPI en este sector.[15] El presente estudio amplía este análisis al distinguir entre el conocimiento y la práctica, examinando ámbitos específicos de la seguridad, tales como la protección contra incendios, el uso de EPI, la seguridad general y la señalización.

Esta distinción resulta analíticamente útil, ya que un alto nivel de implementación de prácticas en un ámbito puede coexistir con un bajo nivel en otro. Por ejemplo, los trabajadores pueden utilizar equipos de protección individual

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

(EPI) —dado que estos son visibles y se suministran de forma rutinaria—, mientras operan en un entorno donde la inspección contra incendios, la comunicación en situaciones de emergencia o el mantenimiento son deficientes o irregulares. Tal escenario indicaría una institucionalización parcial de la seguridad, en lugar de un sistema de seguridad plenamente consolidado.

Los sistemas organizativos también influyen en el comportamiento de los trabajadores. Moon (2024) vincula la formación en liderazgo en materia de seguridad con el desempeño y el clima de seguridad,[31] mientras que Narayan y otros (2025) presentan un análisis estadístico para predecir las condiciones de seguridad y salud en el trabajo (SST) entre los operarios de aserraderos.[35] El enfoque *HIRADC* (identificación, evaluación y control de peligros) favorece, asimismo, un proceso estructurado para gestionar los riesgos.[27] Esto implica que los sistemas de gestión, los conocimientos de los trabajadores y las condiciones de exposición deben evaluarse de manera integral.

Chandrasari y Syahrullah (2022) demuestran el valor complementario del control estadístico de procesos y el análisis de árbol de fallos para reducir los defectos en la madera contrachapada,[16] al tiempo que Susanti (2023) expone cómo el análisis de modos de fallo puede emplearse para priorizar la prevención de defectos.[24] Estos enfoques refuerzan el argumento de que la gestión de la calidad debe identificar las causas de la variación y los fallos, en lugar de limitarse a registrar los resultados defectuosos. Del mismo modo, Vashishtha (2024) destaca la garantía de calidad como una capacidad de fabricación, más que como una actividad de inspección aislada.[22] En Ghana, Adei y Kunfaa (2007) identificaron deficiencias en la política de seguridad laboral en el sector de la transformación de la madera, lo que proporciona una base de referencia local importante para interpretar los hallazgos actuales.[36] Por su parte, Ajmal y otros (2021) destacan la relación entre la gestión de la seguridad y el desempeño en este ámbito, si bien su contexto difiere del procesamiento de madera.[32]

Marco conceptual

El marco conceptual sitúa las medidas de control de calidad y las de seguridad y salud en el trabajo (SST) como sistemas organizativos que determinan lo que se espera que los trabajadores sepan, cómo interpretan los riesgos y cómo perciben el entorno de seguridad. Por tanto, este enfoque trasciende la consideración de la calidad y la seguridad como actividades técnicas independientes. Se parte de la premisa de que los controles formales solo adquieren sentido cuando los trabajadores pueden acceder a ellos, comprenderlos y aplicarlos en la rutina de producción. Esta lógica es coherente con la investigación actual sobre calidad —que pone el énfasis en el seguimiento de los procesos, las especificaciones cuantificables, la prevención de defectos y la retroalimentación— y con la investigación en SST, que destaca la identificación sistemática de riesgos y el control preventivo.[1,2,4,5]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

En primer lugar, el componente de control de calidad constituye el conjunto de mecanismos formales y operativos empleados para mantener la calidad de la chapa de madera; esto abarca las normas ghanesas aplicables, los requisitos dimensionales, las responsabilidades en materia de inspección, el muestreo y los ensayos, el uso de equipos y productos químicos aprobados, así como los requisitos específicos del proceso. El marco de referencia asume que la existencia de estos controles establece un punto de referencia organizativo para el conocimiento de los trabajadores. Este aspecto es relevante, dado que estudios recientes sobre la chapa y el contrachapado indican que la calidad y el rendimiento del producto dependen de parámetros de procesamiento, condiciones de humedad, procesos de secado, mecanizado y otras variables controlables del proceso.[7,8,18,19] El control estadístico de procesos y el análisis de fallos ofrecen, además, mecanismos mediante los cuales las organizaciones pueden transformar las observaciones realizadas durante el proceso en acciones correctivas.[3,16,24]

En segundo lugar, el marco teórico considera que el conocimiento que poseen los trabajadores sobre el control de calidad constituye un vínculo importante entre los requisitos organizativos formales y el comportamiento durante la producción. El conocimiento no equivale al cumplimiento, pero se considera una condición necesaria para una aplicación efectiva, ya que los trabajadores no pueden implementar de manera fiable requisitos que no comprenden o a los que no tienen acceso.

Por tanto, el escaso acceso al documento completo GS 146 1:1992, observado en este estudio, resulta conceptualmente relevante. Asimismo, la evidencia actual en materia de garantía de calidad sugiere que la prevención de defectos depende de un enfoque basado en el conocimiento estructurado, el seguimiento y los procesos correctivos, más que en la mera inspección.[1,22,23]

En tercer lugar, el componente de seguridad y salud en el trabajo abarca los controles organizativos destinados a prevenir o reducir la exposición a riesgos. Este marco incluye controles de ingeniería, equipos de protección individual (EPI), procedimientos y controles administrativos, mantenimiento, orden y limpieza, instalaciones, higiene personal y formación. Este enfoque integral se sustenta en evidencias recientes que demuestran que la exposición al polvo de madera depende de las condiciones ambientales y del proceso, y que la protección respiratoria debe complementarse con medidas de control en la fuente y de reducción de la exposición.[4,6,9,26] Por otra parte, los datos procedentes de Ghana y de entornos similares de procesamiento de la madera indican que el desempeño en materia de seguridad se ve influido por la formación, la disponibilidad de EPI, el compromiso de la dirección y la aplicación de las normas.[14,15,36]

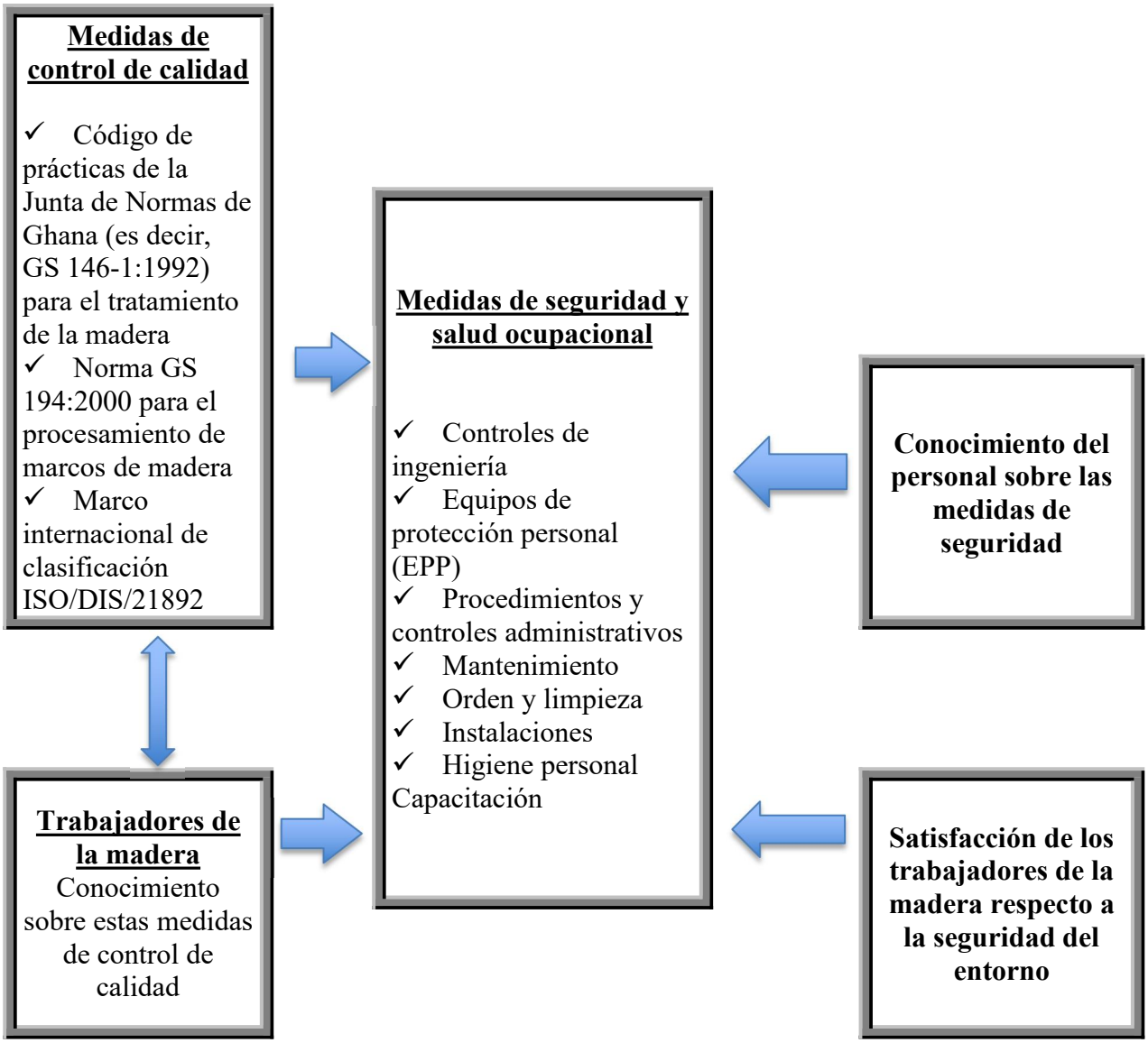
En cuarto lugar, el conocimiento del personal sobre las medidas de seguridad se plantea como el componente cognitivo que conecta los controles organizativos con la práctica cotidiana. Es posible que los trabajadores reconozcan peligros evidentes, como los derivados de la maquinaria o el riesgo de incendio, pero que, al mismo tiempo, desconozcan aspectos como los procedimientos de emergencia, la protección frente a sustancias químicas,

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

los sistemas de notificación o los riesgos psicosociales. Esta distinción se sustenta en evidencias que indican que, en el sector de la transformación de la madera, los peligros no se limitan a los riesgos físicos visibles, sino que también abarcan la exposición a agentes respiratorios, ruido y factores psicosociales.[10,29,30] Por consiguiente, el marco teórico sugiere que el conocimiento en materia de seguridad debe analizarse junto con la aplicación real de los controles, en lugar de utilizarse como un sustituto de la evaluación de dicha práctica.

Por último, la satisfacción de los trabajadores con el entorno de seguridad se considera un resultado que puede reflejar cómo perciben la calidad combinada de los controles organizativos, la comunicación y la implementación. El marco no pretende establecer una relación causal, dado que el diseño transversal del estudio impide determinar una secuencia temporal. En cambio, ofrece un modelo estructurado para examinar si los mecanismos formales de calidad y seguridad coexisten con un conocimiento adecuado y una percepción positiva del entorno de seguridad. Esta interpretación sistémica es coherente con las evidencias que vinculan el liderazgo en seguridad y el clima organizativo con el desempeño en materia de seguridad,[31] así como con enfoques más amplios sobre indicadores de desempeño en seguridad que integran el cumplimiento normativo, la cultura y las barreras organizativas (figura 1).[33]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)



Fuente: Elaboración propia.

Fig. 1. Marco conceptual original del estudio sobre las prácticas de salud y seguridad en una empresa de producción de chapas de madera.

Métodos

Diseño y contexto de la investigación

El estudio empleó un diseño de investigación cuantitativa mediante encuestas transversales en una empresa de producción de chapas de madera (láminas de madera) que opera en Kumasi, Ghana. Este diseño resultó adecuado para obtener una visión estructurada —a modo de «instantánea»— de los conocimientos, las prácticas percibidas y

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

las medidas de seguridad organizativas en los distintos grupos operativos. El estudio siguió un enfoque positivista, considerando las respuestas obtenidas como indicadores observables que podían resumirse y compararse estadísticamente. El uso de datos estructurados procedentes de encuestas y el análisis estadístico por subgrupos se alinean con trabajos cuantitativos recientes que examinan las condiciones de seguridad y salud ocupacional (SSO) entre los trabajadores de aserraderos y plantas de procesamiento de madera;[35] no obstante, el presente estudio tiene un carácter descriptivo y comparativo, más que predictivo.

La población estaba compuesta por 429 personas, distribuidas entre las áreas de tala, aserrado primario, calderas, desenrollo (pelado de troncos), secado de chapas y gestión operativa. La distribución de la población era la siguiente: 112 trabajadores en tala, 74 en aserrado primario, 54 en calderas, 83 en desenrollo, 89 en secado de chapas y 17 en puestos directivos. Para el estudio se seleccionaron 216 empleados y la totalidad de los 17 directivos. Se utilizó un muestreo aleatorio estratificado para los empleados, mientras que para los directivos se aplicó un enfoque censal. La muestra de empleados resultante se distribuyó de forma proporcional entre los distintos grupos operativos. Finalmente, se obtuvieron 203 cuestionarios válidos de empleados y 13 cuestionarios de directivos.

Instrumento y medición

Los datos se recopilaron mediante un cuestionario estructurado, dividido en las siguientes secciones: información demográfica, conocimientos de los gerentes sobre el control de calidad, conocimientos de los trabajadores sobre seguridad y salud ocupacional (SSO), prácticas de SSO y estrategias para la mejora de la seguridad. Las respuestas a los ítems sustantivos se midieron utilizando una escala de acuerdo de cinco puntos, que abarca desde «totalmente en desacuerdo» hasta «totalmente de acuerdo». La sección sobre control de calidad constaba de nueve ítems, mientras que la sección sobre conocimientos de SSO incluía doce. La sección de prácticas de SSO abarcaba la protección contra incendios, el uso de equipos de protección individual (EPI), la seguridad general y la señalización. La sección sobre estrategias contenía quince ítems relacionados con la mejora de la seguridad organizacional. La amplitud del instrumento refleja la naturaleza multidimensional de la seguridad en el procesamiento de la madera, tal como se documenta en estudios recientes que abordan aspectos como la presencia de polvo, los efectos en la salud respiratoria, el ruido, los riesgos psicosociales y los controles de gestión.[9,29,30,31]

El instrumento se sometió a una prueba piloto en la empresa *Samartex Timber and Plywood Limited*, ubicada en Samreboi, Ghana. Los participantes en esta prueba piloto fueron operadores de maquinaria y otros trabajadores del sector de procesamiento de la madera. La información obtenida sirvió para reducir la ambigüedad y perfeccionar el instrumento. La consistencia interna se evaluó mediante el coeficiente *alfa* de *Cronbach*, obteniéndose valores de entre 0,76 y 0,84. Estos resultados ofrecen una evidencia razonable de la consistencia interna de los constructos

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

medidos. Dado que el presente estudio se basa en percepciones autoinformadas, la evidencia de fiabilidad respalda la consistencia de la medición, pero no garantiza que las respuestas correspondan exactamente al comportamiento de seguridad observado ni a la exposición ocupacional medida.

Recopilación y análisis de datos

Los cuestionarios fueron distribuidos y recopilados personalmente por el investigador. La estadística descriptiva incluyó frecuencias, porcentajes, medias, desviaciones estándar, varianza y curtosis. Para las escalas de cinco puntos, se adoptó una media de 3,0 como umbral de decisión: los valores superiores a 3,0 se interpretaron como acuerdo o un mayor nivel de conocimiento, mientras que los valores inferiores a 3,0 se interpretaron como un menor nivel de conocimiento o una práctica más deficiente. Si bien este umbral proporciona una regla descriptiva transparente, no debe interpretarse como un estándar clínico o de cumplimiento normativo; se trata de un criterio para resumir las percepciones de los encuestados. El uso de estadística descriptiva e inferencial es coherente con investigaciones cuantitativas recientes sobre seguridad y salud ocupacional (SSO) en el sector de procesamiento de madera, aunque el presente estudio no pretende predecir lesiones ni resultados relacionados con enfermedades.[35]

Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) a nivel de ítem para examinar si el conocimiento declarado sobre el control de calidad variaba según el nivel educativo; si el conocimiento de los trabajadores sobre SSO difería según sus años de servicio; si las prácticas de SSO variaban según el puesto de trabajo; y si las estrategias de mejora de la seguridad diferían según la operación realizada. La significación estadística se evaluó con un umbral de $p < 0,05$. En los casos en que se detectó una diferencia significativa, se previó realizar comparaciones **post hoc**. Los resultados obtenidos muestran un único dato estadísticamente significativo a nivel de ítem en relación con el nivel educativo; por lo demás no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos al nivel convencional del 5 %. Es importante señalar que la tabla ANOVA relativa al nivel educativo incluye cinco categorías correspondientes al perfil general de los empleados, y no a las respuestas de los 13 directivos. Por consiguiente, no resulta estadísticamente apropiado describir dicha tabla como un «efecto del nivel educativo entre los directivos». En el manuscrito, por tanto, la tabla se presenta como una comparación del nivel educativo a nivel de ítem, sin extrapolar los resultados a una población compuesta exclusivamente por directivos. El análisis se vio reforzado al incluir medidas de dispersión junto con las medias, ya que una media elevada puede ocultar la falta de consenso. Las percepciones declaradas por los propios sujetos pueden diferir de las prácticas observadas; por ello, los hallazgos deben interpretarse como percepciones sobre las condiciones organizativas, y no como sustitutos de la medición de la exposición o de las auditorías de seguridad. Estudios recientes sobre afecciones respiratorias respaldan esta limitación.[11,25,37]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Consideraciones éticas

La participación fue voluntaria. Se obtuvo la autorización de la dirección antes de la recogida de datos; se informó a los participantes sobre el propósito del estudio y no se recopiló información que permitiera la identificación personal. Los participantes podían rechazar su participación u omitir preguntas. Se hizo hincapié en la confidencialidad y el anonimato para reducir la posibilidad de que surgieran represalias a raíz de las respuestas relacionadas con la seguridad en el lugar de trabajo.

Resultados

Tasa de respuesta y perfil de los participantes

Se distribuyó un total de 233 cuestionarios: 17 dirigidos a directivos y 216 a empleados. Se recibieron 13 cuestionarios de directivos que resultaron válidos, lo que arroja una tasa de respuesta del 76,5 % para este grupo. En cuanto a los empleados, se obtuvieron 203 cuestionarios válidos, lo que supone una tasa de respuesta del 94,0 %. La tasa de respuesta global fue del 92,7 %, calculada dividiendo el número de cuestionarios válidos (216) por el total de cuestionarios distribuidos (233). Este nivel de participación constituye una base sólida para describir la empresa estudiada; no obstante, dado que el subgrupo de directivos es reducido, los resultados correspondientes deben interpretarse con cautela.

El perfil de los directivos, que se presenta en la tabla 1, revela un grupo directivo con una trayectoria consolidada. Más de la mitad tiene entre 41 y 50 años, todos son hombres y el 69,3 % posee un título universitario o de máster en áreas relacionadas con el sector de la madera. La mayoría lleva más de diez años trabajando en la empresa. Este perfil denota una experiencia directiva considerable. Por tanto, resulta más razonable interpretar las puntuaciones relativamente altas en control de calidad como reflejo de una experiencia operativa acumulada y un aprendizaje organizativo, más que como resultado exclusivo de una formación académica reciente.

El perfil de los empleados, que se muestra en la tabla 2, revela una plantilla compuesta mayoritariamente por hombres (el 98,5 % de los encuestados). La mayoría tiene entre 18 y 40 años, y el nivel educativo predominante es la educación secundaria superior o técnica. La mayor parte cuenta con una antigüedad de entre uno y diez años en la empresa. Este patrón demográfico es coherente con la naturaleza físicamente exigente del entorno de producción y proporciona un contexto claro para interpretar las comparaciones relativas a la formación y la antigüedad. Estudios previos realizados en Ghana han analizado, de manera similar, los conocimientos y las prácticas en materia de seguridad entre los trabajadores del sector de la transformación de la madera, lo que respalda la

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

relevancia de estas características de los trabajadores para la evaluación de la seguridad y salud ocupacional (SSO).[14,36]

Tabla 1. Características demográficas de los directivos

Características	Respuesta	n	%
Grupos de edades	31 a 40 años	1	7,7
	41 a 50 años	7	53,8
	51 a 60 años	5	38,5
Género	Masculino	13	100,0
	Femenino	0	0,0
Nivel educacional	Diploma o certificado de altos estudios en madera	4	30,8
	Primer grado en Tecnología de la madera	6	46,2
	Maestría en Ciencias de la madera	3	23,1
Años laborados en la producción de chapas de madera	6 a 10 años	3	23,1
	Más de 10 años	10	76,9

*Fuente:*Base de datos de la investigación..

Tabla 2. Características demográficas de los employees

Características	Response	n	%
Género	Masculino	200	98,5
	Femenino	3	1,5
Grupos de edades	18 a 30 años	91	44,8
	31 a 40 años	90	44,3
	41 a 50 años	20	9,9
	Más de 50 años	2	0,9
Nivel educacional	Sin educación formal	9	4,4
	Educación primaria	14	6,9
	Educación secundaria	50	24,6
	Educación media superior/Formación técnica	90	44,3
	Educación superior	40	19,7

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Años laborados en la producción de chapas de madera	Menos de un año	13	6,4
	1 a 5 años	87	42,9
	6 a 10 años	85	41,9
	Más de 10 años	18	8,7

*Fuente:*Base de datos de la investigación..

Conocimiento de los directivos sobre el control de calidad

La tabla 3 muestra que los directivos obtuvieron una media general de 3,21 en cuanto a su conocimiento del control de calidad, con una desviación estándar de 1,339. Siete de los nueve ítems superaron el umbral de decisión de 3,0, mientras que dos se situaron por debajo. La puntuación más alta correspondió al conocimiento de las dimensiones estándar en la fabricación de chapas de madera (3,77 ± 1,166), seguido del conocimiento sobre las responsabilidades de control de calidad e inspección (3,62 ± 1,387). El conocimiento sobre los requisitos de muestreo y ensayo, así como sobre los equipos y productos químicos aprobados, arrojó, en ambos casos, una media de 3,54. Por tanto, el análisis detallado de los ítems resulta más informativo que la etiqueta general de «alto nivel de conocimiento», ya que revela una distinción clara entre el conocimiento aplicado a la producción y el conocimiento de las normas formales.

Este patrón es relevante, pues indica una conciencia procedimental relativamente sólida. Los directivos parecen comprender los aspectos operativos del control de calidad que están directamente vinculados a las decisiones de producción rutinarias. Este hallazgo concuerda con la evidencia de que la calidad de las chapas de madera y el contrachapado depende de parámetros de procesamiento controlables y de un seguimiento sistemático del proceso.[2,7,8,17] Esto también sugiere que la empresa conserva un nivel de capacidad de gestión suficiente para respaldar las decisiones rutinarias relacionadas con la calidad, aunque dicha capacidad debería reforzarse mediante documentación formal y controles de procesos medibles.

No obstante, los dos aspectos con menor puntuación revelan una limitación importante. El conocimiento de las normas que especifican materiales, dimensiones, construcción, mano de obra y acabado resultó bajo (2,38 ± 1,193), al igual que el acceso al código de buenas prácticas completo GS 146 1:1992 (2,31 ± 1,437). Por tanto, la media general no debe interpretarse como prueba de que la empresa posea un dominio integral de las normas. Más bien, parece que los directivos están más familiarizados con las prácticas de producción aplicadas que con el marco documental completo de la normalización. Esto concuerda con la literatura general sobre calidad, que distingue entre el desempeño rutinario de los procesos y la garantía de calidad formal, el análisis de defectos y el control documentado.[16,22,24]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Esta distinción tiene implicaciones prácticas. Los sistemas de calidad actuales dependen cada vez más de requisitos de proceso documentados, especificaciones medibles y mecanismos de corrección basados en la retroalimentación.[1,3] Si los directivos no tienen acceso a la norma completa o no están familiarizados con ella, las decisiones de producción pueden depender en exceso de la experiencia y de conocimientos informales. Esta dependencia puede permitir un desempeño rutinario aceptable, pero hace que el sistema sea vulnerable ante cambios de personal, modificaciones en las especificaciones del producto o una mayor complejidad en los defectos. Este riesgo resulta especialmente relevante en la producción de chapas de madera, ya que el secado, la humedad, el mecanizado y los parámetros de procesamiento pueden influir en las propiedades del producto final.[18,19,21]

El resultado también contrasta con la percepción, generalmente más sólida, que se tiene sobre el conocimiento en materia de control de calidad. Por tanto, sería erróneo concluir, sin más, que la empresa posee un alto nivel de conocimiento en control de calidad. Una conclusión más fundamentada es que los directivos cuentan con un nivel de conocimiento práctico de moderado a alto, pero que el dominio de las normas formales sigue siendo un punto débil. Se trata de una distinción organizativa importante, dado que las normas documentadas garantizan la reproducibilidad y sirven de referencia para la formación, la auditoría y la adopción de medidas correctivas.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Tabla 3. Conocimientos de los directivos sobre medidas de control de la calidad

Nº	Aspectos relacionados con el control de calidad	Media	DE	Varianza	Curtosis	Valoración
1	Conocimiento sobre la aplicación de dimensiones estándar en la fabricación de chapas de madera	3,77	1,166	1,359	1,736	Alto
2	Conocimiento de las responsabilidades y procedimientos relativos al control de calidad y la inspección de productos de madera	3,62	1,387	1,923	-0,869	Alto
3	Conocimiento de los requisitos y métodos de muestreo y ensayo para la madera destinada a la fabricación de chapas	3,54	1,391	1,936	-0,149	Alto
4	Familiaridad con equipos y productos químicos seguros y aprobados	3,54	1,333	1,769	-0,743	Alto
5	Conocimiento de los requisitos mínimos aceptables para implementar un control de calidad integral en la producción de chapas de madera	3,38	1,261	1,590	0,237	Alto
6	Conocimiento sobre la calidad y fiabilidad de los tratamientos aplicados a la madera para la producción de chapas	3.23	1,423	2,026	-1,675	Alto
7	Conformidad con las normas internacionales de seguridad y medio ambiente aplicables a la producción de chapas de madera	3.15	1,463	2,141	-1,378	Alto
8	Conocimiento de las normas que especifican los requisitos relativos a materiales, dimensiones, construcción, mano de obra y acabado	2.38	1,193	1,423	-1,313	Bjo
9	Acceso al documento completo: GS 146 1:1992, Código de buenas prácticas para la producción de madera	2.31	1,437	2,064	-0,956	Bajo
	Puntuación media	3.21	1,339	1,804		Alto

Nota. Media > 3,0 = nivel de conocimiento alto; media < 3,0 = nivel de conocimiento bajo.

Fuente: Base de datos de la investigación.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Efecto del nivel educativo en los ítems sobre conocimientos de control de calidad

La tabla 4 requiere una precisión estadística. El análisis de varianza (ANOVA) presentado compara cinco categorías educativas —correspondientes al perfil educativo de los empleados que aparece en la tabla 2—, en lugar de las tres categorías educativas representadas entre los 13 gerentes que figuran en la tabla 1. Por consiguiente, la tabla no debe interpretarse como prueba de un efecto de la formación académica entre los gerentes. En el análisis realizado a nivel de ítem, la mayoría de las pruebas F no resultaron estadísticamente significativas ($p < 0,05$). La excepción fue el conocimiento sobre equipos y productos químicos seguros y aprobados, que arrojó un valor de $F = 4,189$ ($p = 0,005$). Este resultado es estadísticamente significativo según el criterio establecido e indica que existen diferencias entre las categorías educativas en cuanto a este ítem específico.

Este resultado significativo a nivel de ítem debe interpretarse con cautela. No justifica la afirmación más general de que la formación académica determina los conocimientos sobre control de calidad, dado que las otras ocho comparaciones no fueron significativas y la propia tabla no presenta una prueba global del efecto de la formación. Una interpretación más fundamentada es que la categoría educativa está asociada a un ámbito de conocimiento específico: el relativo a los equipos y productos químicos seguros y aprobados.Esto respalda la conveniencia de una formación técnica específica, sin caer en la afirmación —carente de sustento— de que la educación formal explica, por sí sola, el constructo general de control de calidad. Asimismo, este resultado es coherente con la literatura existente, la cual sugiere que la competencia en materia de calidad depende tanto de los conocimientos técnicos como de los sistemas de procesos organizativos.[7,22]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Tabla 4. ANOVA del nivel educacional y los ítems sobre conocimientos de control de calidad

Ítem de control de calidad	Sin educación formal		Educación primaria		Educación secundaria		Educación media superior		Educación superior		*F*	*p*
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE		
Dimensiones estándar en la fabricación de chapas de madera	2,8	1,4832	3,57140	1,1339	3,47060	1,4194	3,65000	1,2680	2,63640	1,3618	1,333	0,269
Responsabilidades y procedimientos para el control de calidad y la inspección	3,2	1,3038	3,85710	0,8997	3,52940	1,2307	3,80000	0,9515	3,27270	1,1909	0,676	0,611
Requisitos y métodos de muestreo y ensayo	3,8	1,7889	3,42860	1,2724	3,35290	1,4116	3,50000	1,0513	3,72730	1,1909	0,216	0,929
Equipos y productos químicos seguros y homologados	3,8	1,0955	3,57140	1,3973	2,41180	1,1213	3,90000	1,2524	3,90910	1,3003	4,189	0,005
Requisitos mínimos aceptables para el control de calidad integral	4,0	1,0000	3,85710	1,5736	3,17650	1,6672	3,50000	1,0513	3,72730	1,3484	0,593	0,669
Calidad y fiabilidad del tratamiento de la madera	3,6	0,5477	4,28570	0,9512	3,82350	1,2367	3,75000	1,0699	3,45450	0,8202	0,729	0,576
Normativas	4,0	0,7071	3,85710	1,4639	3,82350	1,1311	3,35000	0,8127	3,63640	1,2061	0,711	0,588

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

internacionales de seguridad y medio ambiente												
Normas relativas a materiales, dimensiones, construcción, mano de obra y acabado	4,2	0,4472	4,00000	0,8165	3,17650	1,4246	3,70000	1,0311	3,36360	1,1201	1,319	0,274
Acceso a la totalidad de la norma GS 146 1:1992	3,4	0,8944	3,28570	1,1127	2,70590	1,7235	2,80000	1,3611	3,36360	1,4334	0,613	0,655

Nota: $p < 0,05$ indica una diferencia estadísticamente significativa.
Fuente: Base de datos de la investigación.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Conocimientos de los trabajadores sobre seguridad y salud ocupacional (SSO)

La tabla 5 muestra una media general de conocimientos sobre SSO de 2,90, con una desviación estándar de 1,219; ambos valores se sitúan por debajo del umbral de 3,0 establecido en el estudio. El ítem mejor valorado fue la afirmación de que los accidentes pueden evitarse mediante la formación y la educación (3,86 ± 1,211). Los trabajadores también reconocieron que tomar atajos puede provocar accidentes (M = 3,60) y que los riesgos de incendio pueden reducirse eliminando materiales combustibles y separando los

materiales inflamables de las fuentes de ignición (M = 3,54). Estas respuestas sugieren que los trabajadores comprenden varios principios básicos de prevención de riesgos; sin embargo, la media general indica que este conocimiento no está distribuido de manera uniforme en todo el sistema de seguridad.

La debilidad reside en los aspectos de la seguridad más orientados al sistema. El conocimiento de las políticas y procedimientos de SSO se situó por debajo del umbral (2,84 ± 1,258). El conocimiento sobre el equipo de seguridad adecuado para la protección frente a sustancias químicas fue aún menor (2,37 ± 1,205). La gestión del estrés, las salidas de emergencia, la responsabilidad compartida en materia de seguridad y la prevención de la caída de objetos también registraron medias bajas. El valor más bajo correspondió al conocimiento de los procedimientos para prevenir la caída de objetos (2,07 ± 1,072). Este patrón es relevante, ya que datos recientes sobre el procesamiento de la madera indican que los riesgos van más allá de los peligros inmediatos y visibles de la maquinaria, abarcando también la exposición al polvo, riesgos respiratorios, ruido y factores psicosociales.[9,10,29,30]

Este patrón sugiere que los trabajadores comprenden mejor los riesgos visibles o familiares que los sistemas organizativos y preventivos. Esta interpretación es importante, dado que la evidencia actual en materia de SSO enfatiza la gestión sistemática de riesgos, la evaluación de la exposición y los controles preventivos, en lugar de centrarse únicamente en normas de comportamiento aisladas.(4,6) entorno de producción de chapas de madera, un trabajador puede saber que el EPI es útil, pero aun así carecer de los conocimientos necesarios para identificar las vías de exposición, interpretar las señales de seguridad, comprender los protocolos de emergencia o participar en la notificación de riesgos.

Los hallazgos son, en términos generales, coherentes con la evidencia reciente sobre los riesgos asociados al procesamiento de la madera. Ennin y otros (2025) identificaron problemas pulmonares entre los trabajadores de la madera en Kumasi,[11] mientras que Chamba y otros (2023) demostraron que la exposición al polvo de madera conlleva la presencia de componentes tanto particulados como biológicos.[9] Asimismo, Elfatih y otros (2025), Sil y otros (2025) y Supapvanich y otros (2024) informan sobre la existencia de problemas respiratorios o pulmonares entre los trabajadores de la madera y el contrachapado.[25,37,38] Por consiguiente, el escaso conocimiento sobre la protección frente a sustancias químicas y las medidas de control del polvo reviste una importancia mayor que la de una simple carencia de formación general. Esto podría indicar que los trabajadores no están lo suficientemente

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

preparados para comprender las consecuencias para la salud derivadas de exposiciones que no resultan visibles de inmediato. La evidencia sistemática reciente también respalda la implementación de medidas más sólidas de prevención de la exposición y gestión de riesgos, en lugar de depender exclusivamente de los EPI.[5,13,28]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Tabla 5. Conocimiento de los trabajadores sobre las medidas de seguridad y salud en el trabajo

No	Información sobre seguridad y salud en el trabajo (SST)	Media	DE	Varianza	Curtosis	Valoración
1	Los accidentes laborales pueden evitarse mediante la formación y la capacitación	3,86	1,211	1,467	0,157	Alto
2	Tomar atajos provoca accidentes en el lugar de trabajo.	3,60	1,081	1,169	0,322	Alto
3	Eliminación de riesgos de incendio mediante la retirada de materiales combustibles y el almacenamiento de sustancias inflamables lejos de fuentes de ignición	3,54	1,201	1,443	0,183	Alto
4	Consecuencias de manipular indebidamente elementos peligrosos, como cables, interruptores y controles eléctricos	3,47	1,405	1,974	-1,097	Alto
5	El uso de equipo de protección ayuda a prevenir accidentes	3,47	1,307	1,709	-0,679	Alto
6	El uso correcto de los equipos garantiza la seguridad y protección de los trabajadores	3,11	1,252	1,569	-1,119	Alto
7	Políticas y procedimientos de seguridad y salud en el lugar de trabajo	2,84	1,258	1,582	-1,262	Bajo
8	El uso de equipo de seguridad adecuado evita el contacto con sustancias químicas	2,37	1,205	1,452	-1,017	Bajo
9	Reducir el estrés laboral ayuda a evitar dificultades de concentración y la aparición de depresión	2,20	1,207	1,457	-0,613	Bajo
10	Salidas de emergencia en el lugar de trabajo	2,13	1,296	1,681	-0,865	Bajo
11	Tanto los trabajadores como los empleadores son responsables de la seguridad y salud en el lugar de trabajo	2,16	1,138	1,294	0,075	Bajo
12	Aplicación de procedimientos adecuados para prevenir la caída de objetos	2,07	1,072	1,150	-0,491	Bajo
	Puntuación promedio	2,90	1,219	1,495		Bajo

Nota. Media > 3,0 = nivel de conocimiento alto; medio < 3,0 = nivel de conocimiento bajo.

Fuente: Base de datos de la investigación.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Efecto de los años de servicio en los conocimientos de los trabajadores sobre SST

La tabla 6 muestra que las comparaciones basadas en los años de servicio no revelaron diferencias significativas en los conocimientos de los trabajadores sobre SST en los ítems evaluados. Por ejemplo, en el ítem relativo a la «responsabilidad compartida» se obtuvo un valor $F = 0,538$ y $p = 0,658$. Otros ítems arrojaron, de manera similar, valores p superiores a 0,05. Aunque las puntuaciones medias variaron entre empleados con distinta antigüedad, las diferencias no resultaron estadísticamente significativas.

Este resultado cuestiona la suposición de que la experiencia genera, por sí sola, competencia en materia de seguridad. Si bien la experiencia puede reforzar la familiaridad práctica, también puede perpetuar rutinas ya establecidas —incluidas aquellas que son inseguras—, especialmente cuando la formación formal y el aprendizaje organizacional son deficientes. Por tanto, este hallazgo respalda la necesidad de una formación de actualización estructurada, en lugar de confiar en la antigüedad como indicador de competencia. Moon (2024) demuestra la importancia de las intervenciones organizadas de liderazgo en seguridad,[31] mientras que Donkoh yotros (2024) destacan la formación como un componente clave para mejorar las condiciones de seguridad en el sector de procesamiento de madera en Ghana.[15] Asimismo, este resultado refuerza la conveniencia de emplear sistemas formales de identificación y control de riesgos, en lugar de asumir que la experiencia, por sí sola, garantiza un comportamiento seguro.[27]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Tabla 6. ANOVA sobre los años de servicio y el conocimiento de los trabajadores en materia de SSO

Elementos de conocimiento sobre SSO	< 1 año		1 a 5 años		6 a 10 años		> 10 años		*F*	*p*
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE		
Responsabilidad compartida entre trabajadores y propietarios	3,5000	1,25550	3,6176	1,07350	3,2727	1,54863	4,0000	1,00000	0,538	0,658
Políticas y procedimientos de salud y seguridad	3,5333	1,12697	3,7941	0,94643	3,1818	1,29601	3,3333	1,52753	1,460	0,235
Los accidentes pueden evitarse mediante la formación y la educación	3,7167	1,29001	3,8529	1,28234	3,5455	1,33550	3,6667	1,52753	0,348	0,791
Tomar atajos provoca accidentes	3,3000	1,49915	3,2059	1,55270	3,5455	1,40500	3,3333	1,52753	1,028	0,387
Consecuencias de manipular indebidamente elementos peligrosos	3,3000	1,55465	3,3824	1,53770	3,3182	1,67293	3,0000	0,47242	0,791	0,504
El equipo de protección ayuda a evitar accidentes	3,7667	1,29362	3,7647	1,30405	3,7727	1,37778	3,3333	0,57735	0,403	0,752
Los equipos de seguridad evitan el contacto con sustancias químicas	3,5167	1,29525	3,6176	1,37101	3,3182	1,24924	3,3333	0,57735	0,687	0,564
El uso correcto del equipo garantiza la seguridad	3,2667	1,44816	3,0882	1,48462	3,4545	1,47122	3,3333	0,57735	0,766	0,518
Salidas de emergencia en el lugar de trabajo	3,3000	1,54371	3,0000	1,49747	3,6818	1,64422	3,3333	0,57735	1,301	0,283
Reducir el estrés evita dificultades de concentración	3,2000	1,38760	3,0294	1,40314	3,5000	1,33631	3,0000	2,00000	0,529	0,664
Procedimientos para prevenir la caída de objetos	3,2667	1,42456	3,0294	1,46650	3,6364	1,29267	3,3333	2,08167	0,814	0,491
Eliminación de riesgos de incendio	2,9500	1,55602	2,8529	1,52021	2,9545	1,58797	3,3333	2,08167	0,672	0,573

Nota. $p < 0,05$ indica una diferencia es,adísticamente significativa.
Fuente: Base de datos de la investigación

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Prácticas de seguridad y salud ocupacional (SSO)

Los resultados sobre las prácticas, presentados en la tabla 7, muestran una clara variación entre los distintos ámbitos de la seguridad. El ámbito de la protección contra incendios obtuvo la media más baja, con 2,71. Se informó de la disponibilidad de extintores portátiles 4,01 ± 1,095), y los trabajadores indicaron que se siguen los planes de protección contra incendios (3,34 ± 1,246). Sin embargo, la frecuencia con la que se revisan los detectores de humo resultó baja (2,19 ± 1,047), al igual que la inspección de mangueras y armarios contra incendios (2,08 ± 0,863); por su parte, la exhibición de planes de evacuación fue muy escasa (1,94 ± 1,181).

Esta combinación resulta más preocupante que el simple hecho de contar con extintores. La seguridad contra incendios depende no solo de la capacidad de extinción, sino también de la detección, la comunicación, la inspección de los equipos y la preparación para la evacuación. Un extintor presente en las instalaciones, pero que no se somete a inspecciones periódicas, no constituye una medida de control de emergencias eficaz. Por tanto, este resultado apunta a una carencia en el mantenimiento preventivo. La literatura especializada en seguridad dentro del sector manufacturero y de procesamiento de madera subraya la importancia de un control sistemático de la exposición y del entorno laboral, frente a la mera provisión aislada de recursos.[5,6] Este hallazgo demuestra, además, por qué las evaluaciones de seguridad deben distinguir entre la disponibilidad de recursos y la fiabilidad del sistema.

En cuanto al uso de equipos de protección individual (EPI), los resultados fueron comparativamente mejores, con una media de 3,34. Los trabajadores señalaron que los EPI se utilizan cuando es necesario (3,81 ± 1,275) y de forma correcta (3,80 ± 1,163), y que se suministran regularmente mascarillas adecuadas para el polvo (3,67 ± 1,244). No obstante, la revisión y el mantenimiento periódicos de estos equipos resultaron deficientes (2,07 ± 0,851). Se trata de un matiz fundamental. la aparente solidez en el uso de los EPI se ve, en parte, socavada por la falta de inspección y mantenimiento adecuados.

Este resultado cobra especial relevancia a la luz de la evidencia actual sobre el polvo de madera. La protección respiratoria puede reducir la exposición, pero debe complementar —y no sustituir— las medidas de control en la fuente y las medidas ambientales.[4,6,26] Asimismo, la evidencia obtenida de trabajadores tailandeses de la industria de la madera de caucho sugiere que la exposición puede seguir siendo perjudicial, incluso cuando se alcanzan las condiciones admisibles.[39] Por tanto, la empresa debe interpretar las puntuaciones elevadas en cuanto a la provisión de EPI como un componente más del control, y no como prueba de que el riesgo derivado del polvo se gestiona de manera adecuada.

Las medidas de seguridad registraron la media de dominio más alta, con 3,36. La iluminación adecuada dentro y alrededor de los lugares de trabajo obtuvo una valoración alta (3,94 ± 1,063), se informó de la presencia de medidas de seguridad (3,81 ± 1,166) y las salidas de emergencia obtuvieron una media de 3,48. La iluminación y la

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

seguridad en los aparcamientos resultaron más deficientes (2,20 ± 1,043). Este patrón indica que la seguridad ambiental básica está relativamente bien establecida, aunque las áreas periféricas requieren atención.

La señalización obtuvo una media de dominio de 2,95, justo por debajo del umbral de decisión.Se observaron las señales de advertencia (3,92 ± 0,937) y las salidas estaban claramente señalizadas (3,61 ± 1,357); sin embargo, las cargas máximas de trabajo en polipastos y elevadores no estaban señalizadas de forma visible (2,14 ± 0,893), y los nombres de los representantes de salud y seguridad no estaban expuestos adecuadamente (2,14 ± 0,884). Este patrón vuelve a diferenciar la comunicación visual sobre seguridad de la comunicación institucional más profunda. Los trabajadores parecen capaces de responder a cierta información de advertencia inmediata, pero podrían tener un acceso más limitado a información sobre los límites de los equipos y las responsabilidades en materia de seguridad.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Tabla 7. Aplicación de medidas de seguridad y salud en el trabajo

Dominio	Aspectos	Media	DE	Varianza	Curtosis	Decisión
Protección contra incendios	Se dispone de extintores portátiles para su uso	4,01	1,095	1,199	1,849	De acuerdo
	Se cumplen los planes de protección contra incendios	3,34	1,246	1,552	-0,717	De acuerdo
	Los detectores de humo se revisan con frecuencia	2,19	1,047	1,095	-0,725	Desacuerdo
	Se inspeccionan las mangueras contra incendios y sus armarios	2,08	0,863	0,745	0,962	Desacuerdo
	Los planes de evacuación están expuestos	1,94	1,181	1,394	0,919	Desacuerdo
Equipos de protección personal	Los trabajadores utilizan equipos de protección individual (EPI) cuando es necesario	3,81	1,275	1,626	-0,544	De acuerdo
	Los EPI se emplean de forma correcta	3,80	1,163	1,353	0,357	De acuerdo
	Se suministran regularmente mascarillas adecuadas contra el polvo	3,67	1,244	1,548	-0,569	De acuerdo
	Los EPI se revisan y mantienen de manera periódica	2,07	0,851	0,725	1,104	Desacuerdo
Seguridad	Existe una iluminación adecuada dentro y alrededor de los lugares de trabajo	3,94	1,063	1,129	-0,422	De acuerdo
	Se han implementado medidas de seguridad	3,81	1,166	1,361	0,347	De acuerdo
	Existen suficientes salidas para permitir una evacuación rápida en caso de emergencia	3,48	1,361	1,853	-1,324	De acuerdo
	Los aparcamientos están bien iluminados y cuentan con medidas de seguridad	2,20	1,043	1,088	1,515	Desacuerdo
Señalización	Se respetan las señales de advertencia	3,92	0,937	0,878	0,025	De acuerdo
	Las salidas están claramente señalizadas	3,61	1,357	1,841	-0,592	De acuerdo
	La carga máxima de trabajo de las máquinas está indicada de forma visible en cada equipo de elevación	2,14	0,893	0,797	0,233	Desacuerdo
	Se muestran los nombres de los representantes de salud y seguridad	2,14	0,884	0,782	0,277	Desacuerdo

Nota. Media > 3,0 = acuerdo; media < 3,0 = desacuerdo.
Fuente: Base de datos de investigación.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Efecto del destino laboral en las prácticas de SST

La tabla 8 indica que el destino laboral no generó diferencias significativas en las prácticas de SST (seguridad y salud en el trabajo) declaradas. Por ejemplo, la comprobación de los detectores de humo arrojó un valor de F = 1,363 y p = 0,263; el cumplimiento del plan de protección contra incendios, F = 2,480 y p = 0,070; y el uso de equipos de protección individual (EPI), F = 0,231 y p = 0,874. El valor p de 0,070 obtenido para el cumplimiento del plan contra incendios está cerca de 0,05, pero por encima de dicho umbral; por tanto, no debe considerarse estadísticamente significativo. Puede constituir un indicio útil para una investigación más exhaustiva; no obstante, los datos actuales no establecen una diferencia entre grupos al nivel de significación indicado. Asimismo, la tabla de subgrupos parece representar una agrupación operativa más restringida que la muestra completa de 203 empleados; por tanto, los valores F y p se interpretan tal como se presentan, sin realizar una reconstrucción de ellos. La ausencia general de efectos significativos según el puesto de trabajo sugiere que las deficiencias de seguridad observadas no se limitan a un único grupo ocupacional — teniendo en cuenta, eso sí, las limitaciones propias del análisis por subgrupos—. Esto respalda una interpretación basada en el sistema. Si existen carencias en la planificación de emergencias, la señalización o el mantenimiento en diversas áreas operativas, las intervenciones deberían ser de carácter organizativo, en lugar de centrarse exclusivamente en trabajadores concretos. Este resultado también advierte contra la tendencia a atribuir el desempeño en materia de seguridad principalmente a los puestos de trabajo individuales, cuando los sistemas de gestión, la comunicación y el mantenimiento son elementos compartidos en todas las instalaciones. Esta interpretación concuerda con la evidencia de que el desempeño en seguridad refleja tanto el clima organizativo y el liderazgo como el comportamiento de los trabajadores.[31,33]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Tabla 8. ANOVA del destino laboral y las prácticas de SSO

Aspecto	Aserrado		Calderas		Supervisores/Directivos		Otros		*F*	*p*
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE		
Se comprueba frecuentemente el funcionamiento de los detectores de humo	3.0952	1.64027	3.9231	1.55250	3.1304	1.48643	4.3333	0.57735	1.363	0.263
Se cumplen los planes de protección contra incendios	2.9524	1.24403	4.0769	1.18754	3.3478	1.30065	4.0000	0.00000	2.480	0.070
Se dispone de extintores portátiles	3.6667	1.19722	3.6923	1.43670	3.1304	1.39167	3.0000	1.00000	0.893	0.451
Se inspeccionan las mangueras contra incendios y sus armarios	3.4286	0.97834	3.4615	1.50640	3.2609	1.25109	2.6667	1.52753	0.406	0.749
Están expuestos los planes de evacuación	3.7143	0.90238	3.2308	1.23517	3.4348	1.40861	3.6667	1.15470	0.482	0.696
Se utilizan los equipos de protección individual (EPI) de forma correcta	3.6667	1.23828	3.7692	1.30089	3.4348	1.27301	3.6667	1.15470	0.231	0.874
Se llevan puestos los EPI cuando es necesario	3.5714	1.39898	3.6923	1.18213	3.6087	1.19617	4.0000	1.00000	0.113	0.952
Se revisan y mantienen los EPI de forma periódica	3.6667	1.19722	3.3077	1.43670	3.6087	1.33958	5.0000	0.00000	1.410	0.249
Se suministran regularmente mascarillas adecuadas contra el polvo	3.0952	1.51343	3.8462	1.34450	3.3478	1.49571	4.0000	1.73205	0.864	0.465
Se han implementado medidas de seguridad	3.5000	1.67017	3.0769	1.55250	3.3478	1.55530	2.6667	1.52753	0.354	0.786
Iluminación adecuada dentro y alrededor del lugar de trabajo	3.1905	1.53685	3.4615	1.33012	3.3913	1.37309	3.6667	0.57735	0.175	0.913
Los aparcamientos están bien iluminados y protegidos	2.9048	1.48003	3.4615	1.66410	3.1739	1.37021	4.0000	1.00000	0.720	0.545
Existen suficientes salidas para una evacuación rápida en caso de emergencia	3.2381	1.22085	3.6923	0.94733	3.3478	1.33514	4.0000	1.00000	0.636	0.595
Se respetan las señales de advertencia	3.1429	1.31475	3.6154	1.26085	2.9565	1.18622	3.0000	2.00000	0.752	0.526
Las salidas están claramente señalizadas	3.0476	1.35927	4.0769	1.25576	3.6087	1.19617	2.6667	2.08167	2.122	0.108
Están expuestos los nombres de los representantes de seguridad y salud	3.3333	1.27802	3.7692	1.42325	3.7826	1.27766	4.0000	1.00000	0.599	0.618


Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

La carga máxima de trabajo está indicada en polipastos, elevadores o cabrestantes	3.4762	1.28915	3.6923	0.94733	3.5217	1.47308	4.0000	1.00000	0.197	0.898

Nota: $p < 0,05$ indica una diferencia estadísticamente significativa. El valor p de 0,070 obtenido para el cumplimiento de los planes de protección contra incendios no es estadísticamente significativo según el criterio establecido.
Fuente: Base de datos de la investigación.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Estrategias para mejorar la seguridad

La Tabla 9 muestra un amplio respaldo a las estrategias de mejora de la seguridad. Se obtuvieron puntuaciones elevadas en los siguientes aspectos: provisión y uso de equipos de protección individual (EPI) (3,58 ± 1,046), mecanismos de comunicación y notificación de riesgos (3,58 ± 1,046), preparación ante emergencias (3,47 ± 1,016), ventilación y control de partículas en suspensión (3,47 ± 1,016), inspección de maquinaria (3,50 ± 1,017) y atención a los aspectos ergonómicos (3,48 ± 1,172). Estos resultados indican que los trabajadores reconocen la necesidad de un programa de seguridad integral, en lugar de una intervención aislada. El énfasis en la ventilación, la notificación de riesgos, la inspección y la preparación ante emergencias resulta especialmente coherente con la evidencia actual sobre la prevención de la exposición al polvo de madera y la gestión organizativa de la seguridad.[4,6,26]

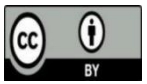
No obstante, tres aspectos presentaron resultados relativamente débiles: la celebración periódica de reuniones sobre seguridad (2,62 ± 1,209), la participación de los trabajadores en la elaboración y revisión de políticas (2,97 ± 1,438) y la disponibilidad inmediata de primeros auxilios junto con la formación pertinente (2,68 ± 1,359). Estas carencias son significativas, ya que afectan a la infraestructura organizativa a través de la cual se mantiene el conocimiento en materia de seguridad. Una empresa puede proporcionar equipos, pero aun así tener dificultades para consolidar el aprendizaje en seguridad si los trabajadores no participan de forma habitual en reuniones, en la revisión de políticas o en la preparación ante emergencias. La evidencia sobre el liderazgo en seguridad respalda esta interpretación, dado que la orientación (coaching) y el liderazgo estructurados pueden influir en el clima y el desempeño en materia de seguridad.[31]

La tabla de estrategias no presenta una media global única. Aunque la tesis original describe los hallazgos sobre las estrategias como, en general, positivos, no resulta adecuado deducir una media global mediante el simple cálculo del promedio de las medias de cada ítem, ya que la tabla no especifica el método empleado para obtener una puntuación agregada. El patrón observado en los distintos ítems permite concluir que la mayoría de las intervenciones propuestas contaron con respaldo, mientras que las reuniones, la participación en políticas y los primeros auxilios obtuvieron una valoración comparativamente más baja. Esta interpretación a nivel de ítem es más defendible desde el punto de vista estadístico y es coherente con la evidencia que respalda la gestión estructurada de la seguridad, el análisis predictivo y el control preventivo de la exposición.[5,35]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Tabla 9. Estrategias para mejorar las prácticas de salud y seguridad

Elemento de la estrategia	Media	DE	Varianza	Asimetrí	Curtosis
Los empleados reciben una formación integral sobre los procedimientos de salud y seguridad en el proceso de producción de chapas de madera.	3,2200	0,65127	0,424	-0,387	-0,954
Los empleados disponen de equipos de protección individual (EPI) adecuados —como guantes, gafas protectoras y protección auditiva— y los utilizan de forma habitual.	3,5832	1,04625	1,095	-0,642	-0,214
Los empleados están bien preparados para responder ante emergencias o accidentes en el lugar de trabajo	3,4667	1,01625	1,033	-0,558	-0,311
Se realizan inspecciones periódicas y tareas de mantenimiento en la maquinaria para garantizar el cumplimiento de las normas de seguridad.	3,5000	1,01681	1,034	-0,350	-0,653
Se presta atención a los aspectos ergonómicos en los puestos de trabajo para prevenir problemas musculoesqueléticos.	3,4833	1,17158	1,373	-0,580	-0,559
Se informa a los empleados sobre los posibles riesgos laborales y existen mecanismos para notificar cualquier preocupación relacionada con la seguridad.	3,5833	1,04625	1,095	-0,642	-0,214
Los lugares de trabajo cuentan con una ventilación adecuada y existen medidas para controlar el polvo y otras partículas en suspensión.	3,4667	1,01625	1,033	-0,558	-0,311
Se implementan programas o iniciativas de bienestar para fomentar la salud y el bienestar de los empleados.	3,5000	1,01681	1,034	-0,350	-0,653
Los empleados pueden notificar incidentes o «cuasiaccidentes» (situaciones de riesgo sin consecuencias), los cuales se abordan con prontitud.	3,4833	1,17158	1,373	-0,580	-0,559
La empresa cumple con la normativa local y nacional en materia de salud y seguridad.	3,3500	1,14721	1,316	-0,454	-0,453
La dirección organiza con frecuencia reuniones de seguridad para debatir y tratar cuestiones relacionadas con la salud y la seguridad.	2,6167	1,20861	1,461	0,253	-0,865
Los empleados participan en la elaboración y revisión de las políticas y procedimientos de salud	2,9667	1,43759	2,067	-0,188	-1,432


Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

y seguridad.					
Se supervisa y gestiona el estrés laboral para proteger la salud y la seguridad de los empleados.	3,2333	1,39450	1,945	-0,356	-1,195
Se dispone de botiquines de primeros auxilios y los empleados cuentan con formación en procedimientos básicos de primeros auxilios.	2,6833	1,35911	1,847	0,268	-1,303
La empresa revisa y actualiza sus políticas de salud y seguridad para incorporar las mejores prácticas y las lecciones aprendidas.	3,2500	1,36077	1,852	-0,347	-1,114

Nota. Media > 3,0 = alto nivel de acuerdo con la estrategia; media < 3,0 = bajo nivel.
Fuente: Base de datos de la investigación.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Estrategias para el entorno laboral y la mejora de la seguridad

La tabla 10 muestra que ninguno de los elementos estratégicos analizados presentó una diferencia estadísticamente significativa entre las distintas operaciones laborales ($p < 0,05$). Por ejemplo, la formación integral arrojó un valor $F = 0,602$ ($p = 0,617$); la provisión de equipos de protección individual (EPI), un valor $F = 0,272$ ($p = 0,845$); y la inspección de maquinaria, un valor $F = 0,640$ ($p = 0,592$). El valor F más elevado en la tabla fue de 1,886, correspondiente a la gestión del estrés laboral ($p = 0,142$), el cual tampoco resultó estadísticamente significativo. Por consiguiente, los valores p obtenidos respaldan la conclusión de que ninguno de los elementos estratégicos evaluados presentó diferencias significativas entre las categorías de operaciones laborales analizadas.

La ausencia de diferencias significativas entre grupos resulta útil, ya que sugiere que las intervenciones propuestas tienen una relevancia amplia en las distintas categorías operativas presentadas; no obstante, la estructura de los subgrupos debe interpretarse con cautela. Por consiguiente, el programa estratégico puede diseñarse a nivel de empresa, incorporando módulos específicos basados en tareas allí donde los perfiles de riesgo difieran. Este enfoque es compatible con los marcos de indicadores de desempeño en materia de seguridad que combinan controles organizativos generales con consideraciones relativas al puesto de trabajo o al contexto laboral.[33,34]

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Tabla 10. ANOVA de las estrategias de mejora de la seguridad y las operaciones laborales

Elemento de la estrategia	Tala		Chofer		Supervisor/Directivo		Otros		*F*	*p*
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE		
Formación integral en seguridad y salud	3,4762	1.12335	3,9231	0,86232	3,5217	1,08165	3,3333	1,15470	0,602	0,617
Provisión y uso de equipos de protección individual (EPI) adecuados	3,4286	1,07571	3,6923	0,85485	3,3913	1,11759	3,3333	0,57735	0,272	0,845
Preparación ante emergencias o accidentes	3,5714	0,97834	3,6923	0,94733	3,4348	1,12112	2,6667	0,57735	0,888	0,453
Inspección y mantenimiento periódico de la maquinaria	3,3810	1,20317	*3,8462*	0,89872	3,4348	1,30823	3,0000	1,00000	0,640	0,592
Atención a los aspectos ergonómicos	3,4762	1,12335	3,9231	0,86232	3,5217	1,08165	3,3333	1,15470	0,602	0,617
Comunicación de riesgos y notificación en materia de seguridad	3,4286	1,07571	3,6923	0,85485	3,3913	1,11759	3,3333	0,57735	0,272	0,845
Ventilación y control de partículas en suspensión	3,5714	0,97834	3,6923	0,94733	3,4348	1,12112	2,6667	0,57735	0,888	0,453
Programas de bienestar	3,3810	1,20317	3,8462	0,89872	3,4348	1,30823	3,0000	1,00000	0,640	0,592
Notificación de incidentes y «cuasi-incidentes» (situaciones de riesgo sin consecuencias)	3,4286	1,28730	3,3846	1,12090	3,3478	1,11227	2,6667	0,57735	0,379	0,768
Cumplimiento de la normativa local y nacional	2,4762	1,16701	2,4615	1,45002	2,7826	1,20441	3,0000	0,00000	0,399	0,755
Reuniones de la dirección sobre seguridad	3,0952	1,37495	2,9231	1,44115	2,8261	1,49703	3,3333	2,08167	0,190	0,903
Participación de los empleados en el desarrollo y la revisión de políticas	3,2857	1,48805	3,5385	1,26592	2,9565	1,39734	3,6667	1,52753	0,604	0,615
Seguimiento y gestión del estrés laboral	3,0952	1,26114	2,6923	1,54837	2,4783	1,30974	1,3333	0,57735	1,886	0,142
Botiquines de primeros auxilios y formación básica en primeros auxilios	3,3333	1,39044	3,3846	1,19293	3,0435	1,49174	3,6667	1,15470	0,327	0,806
Revisión y actualización de políticas	1.9048	1,09109	2,3846	1,38675	2,0870	1,23998	3,0000	1,73205	0,909	0,443

Nota: $p < 0,05$ indica una diferencia estadísticamente significativa.
Fuente: Base de datos de la investigación.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Discusión

El hallazgo central de este estudio es la coexistencia de un conocimiento relativamente sólido por parte de la gerencia sobre el control de calidad, frente a un conocimiento comparativamente débil por parte de los trabajadores en materia de SSO, además de unas prácticas de seguridad desiguales. Esta asimetría es importante tanto desde el punto de vista teórico como práctico. Sugiere que la empresa puede poseer conocimientos técnicos a nivel de supervisión sin haber logrado transformar plenamente dichos conocimientos en una cultura de seguridad compartida ni en un sistema de control mantenido de manera consistente. Este resultado respalda el marco conceptual en el que los controles organizativos, el conocimiento de los trabajadores y el entorno de seguridad se consideran componentes interconectados, y no elementos aislados. Investigaciones recientes en el sector de la transformación de la madera indican, asimismo, que el desempeño en seguridad depende de los sistemas de gestión, la capacitación, el liderazgo y los controles de exposición, en lugar de depender de una única intervención.[15,31,36]

Los resultados relativos al control de calidad muestran que los gerentes poseen un buen dominio de los requisitos de producción rutinarios, el muestreo, el uso de equipos y la gestión de productos químicos. Esto resulta alentador, ya que la mejora de la calidad depende de la competencia operativa. Estudios recientes demuestran que la calidad de las chapas de madera y el contrachapado es sensible a los parámetros de procesamiento y que el control de calidad basado en datos puede reducir la variabilidad de los procesos.[2,7,8,17] No obstante, las bajas puntuaciones obtenidas en cuanto al acceso a normas formales y al conocimiento detallado de las especificaciones revelan una vulnerabilidad. Un sistema de calidad basado fundamentalmente en la experiencia puede funcionar en condiciones estables, pero tiende a volverse inconsistente cuando cambian el personal, los productos o las condiciones del proceso.[1,3,16,24] Se requiere un modelo más sólido, en el que la calidad se sustente en mediciones estructuradas, análisis de fallos y un control continuo de los procesos.

El análisis de la formación refuerza la necesidad de actuar con cautela. El análisis de varianza (ANOVA) realizado muestra un elemento estadísticamente significativo relacionado con el uso de equipos y productos químicos seguros y aprobados; sin embargo, la tabla sobre formación está estructurada en torno a categorías de empleados, y no a los 13 gerentes analizados. Por consiguiente, no es posible extraer conclusiones generales sobre los efectos de la formación en el grupo de gerentes. La interpretación adecuada es más limitada: los grupos definidos según su formación presentaron diferencias en un único aspecto del conocimiento sobre control de calidad, mientras que el resto de las comparaciones no resultaron significativas. Este es, precisamente, el tipo de distinción que evita una interpretación excesiva de los valores "*p*". El resultado sugiere que una formación técnica específica podría ser útil

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

para adquirir conocimientos sobre equipos y productos químicos, pero no permite establecer la formación como un determinante general de la competencia en el control de calidad.

Los hallazgos relacionados con la SSO en las respuestas de los trabajadores resultan más preocupantes. La media general de 2,90 indica que el nivel de conocimiento se sitúa por debajo del umbral establecido en el estudio; no obstante, el análisis detallado de cada ítem resulta más revelador que la puntuación agregada. Si bien los trabajadores comprenden que la formación puede prevenir accidentes y que tomar atajos conlleva riesgos, muestran un menor conocimiento sobre las políticas, las salidas de emergencia, la protección frente a sustancias químicas, el manejo del estrés y la prevención de la caída de objetos. Esto sugiere una capacidad para reconocer peligros, pero sin un dominio integral del sistema de seguridad. La literatura actual respalda esta interpretación, dado que los riesgos en el procesamiento de la madera son multidimensionalese incluyen factores respiratorios, físicos, sonoros y psicosociales.[9,10,29,30] Por consiguiente, un programa de seguridad que se limite a comunicar los requisitos sobre el uso de equipos de protección individual (EPI) podría dejar a los trabajadores sin las herramientas necesarias para identificar o controlar riesgos menos evidentes.

Los resultados relativos a los EPI reflejan una tensión similar: aunque los trabajadores informaron de una disponibilidad y un uso relativamente adecuadosde estos equipos, el mantenimiento y la inspección resultaron deficientes. Esta distinción es fundamental, ya que la eficacia de un EPI como medida de control depende de su idoneidad, su estado, su uso correcto y su mantenimiento. Más importante aún, la evidencia actual sobre el polvo de madera subraya la necesidad de prevenir la exposición mediante controles de ingeniería y ambientales, complementados con la protección individual.[4,6,26] Asimismo, un estudio longitudinal realizado con trabajadores de la industria de la madera de caucho advierte que la exposición puede seguir siendo perjudicial, incluso cuando se cumplen los límites permitidos.[39] Por tanto, la empresa no debería interpretar la mera disponibilidad de EPI como una prueba de que el control del polvo es adecuado.

Los hallazgos sobre la protección contra incendios revelan, posiblemente, la debilidad organizativa más inmediata. Si bien se disponía de extintores, otros elementos —como los detectores de humo, las mangueras contra incendios y los planes de evacuación— presentaban deficiencias en cuanto a su mantenimiento o comunicación. Existe, pues, una brecha entre la simple provisión de recursos y la preparación real ante emergencias. Un sistema de seguridad gana credibilidad cuando sus mecanismos de control se inspeccionan y prueban de forma rutinaria, y están integrados en un protocolo claro de respuesta ante emergencias. Un enfoque estructurado para la identificación de peligros y la evaluación de riesgos facilitaría la priorización de estos controles.[27] Por consiguiente, esta cuestión requiere atención prioritaria, a pesar de la existencia de algunos recursos básicos contra incendios.

Los resultados sobre la señalización también ponen de manifiesto una diferencia entre la comunicación de advertencias y la transparencia institucional. Si bien la señalización de advertencias y las salidas de emergencia

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

estaban relativamente bien gestionadas, la información sobre los límites de carga de los equipos y los datos de los representantes de seguridad resultaba insuficiente. Esto implica que los trabajadores pueden recibir avisos sobre peligros inmediatos, pero carecen de información igualmente clara sobre la capacidad de los equipos o sobre quién es el responsable de supervisar la seguridad. Este último aspecto es crucial para garantizar la rendición de cuentas. La investigación sobre indicadores de desempeño en materia de seguridad sugiere, asimismo, que el cumplimiento y la cultura de seguridad deben considerarse de forma conjunta, en lugar de reducirlos a señales o normas aisladas.[33]

La ausencia de efectos significativos en relación con los años de servicio y el puesto de trabajo es un aspecto igualmente importante. Los conocimientos sobre seguridad no aumentaron de forma sistemática con la antigüedad, y la mayoría de los indicadores de prácticas no variaron de manera significativa según el grupo ocupacional.

Esto implica que es poco probable que la experiencia informal, por sí sola, logre cerrar la brecha de conocimientos. Asimismo, sugiere que el problema de la seguridad no debe plantearse como una cuestión vinculada al comportamiento de un grupo específico; por el contrario, los datos apuntan a la existencia de sistemas a nivel de empresa que condicionan las oportunidades disponibles para los trabajadores. Esta interpretación concuerda con la evidencia que vincula el liderazgo en seguridad y el clima organizacional con el desempeño en materia de seguridad,[31] así como con la literatura ghanesa sobre el compromiso de la dirección y las deficiencias en las políticas de seguridad.[14,36]

Los resultados relativos a las estrategias ofrecen un contrapunto relevante. En general, los trabajadores se mostraron favorables a la formación, el uso de equipos de protección individual (EPI), la preparación ante emergencias, la inspección de maquinaria, la atención a aspectos ergonómicos, la comunicación sobre riesgos, la ventilación y las medidas de bienestar. Por tanto, parece existir una disposición relativamente sólida hacia la mejora. No obstante, aspectos como la celebración periódica de reuniones sobre seguridad, la preparación para primeros auxilios y la participación de los trabajadores en la revisión de políticas resultaron más débiles. Se trata, precisamente, de los mecanismos a través de los cuales un sistema de seguridad aprende y se adapta. La baja valoración en cuanto a la participación en la revisión de políticas es especialmente significativa, dado que los hallazgos sobre las prácticas revelan carencias en la planificación ante emergencias, la señalización y el mantenimiento. Sin una revisión sistemática, las debilidades pueden persistir, incluso cuando los propios trabajadores reconocen la necesidad de realizar mejoras. Tanto la evidencia sobre el liderazgo en seguridad como la investigación predictiva en materia de seguridad y salud ocupacional respaldan la necesidad de fortalecer los mecanismos de aprendizaje organizacional.[31,35]

Los resultados, considerados en conjunto, sugieren que el nivel de madurez en seguridad de la empresa es desigual, más que uniformemente deficiente. Si bien la provisión de EPI, las medidas básicas de seguridad y la señalización

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

de advertencia son aspectos relativamente sólidos, otros controles —que requieren verificación, mantenimiento, comunicación y aprendizaje organizacional— resultan más débiles. Este enfoque resulta más útil que clasificar el entorno laboral simplemente como «seguro» o «inseguro», ya que permite identificar las prioridades de la dirección.[33]

Los hallazgos también tienen implicaciones para el desempeño en términos de calidad. El control de calidad y la SSO comparten dependencias respecto a la disciplina en los procesos, el estado de los equipos, la competencia de los trabajadores y la retroalimentación. Estudios recientes respaldan el uso del control estadístico de procesos, la prevención de defectos y la optimización de procesos en la fabricación de madera contrachapada y chapas de madera,[1,2,3,24] mientras que la literatura sobre SSO aboga por la evaluación y prevención sistemática de la exposición a riesgos.[4,5] Por consiguiente, un sistema integrado podría vincular el mantenimiento de maquinaria, el seguimiento de procesos, la formación, la notificación de riesgos y la adopción de medidas correctivas.

El estudio conlleva diversas implicaciones metodológicas. La elevada tasa de respuesta general respalda el panorama descriptivo, mientras que la menor tasa de respuesta por parte de los gerentes limita las inferencias a nivel gerencial. Los valores de fiabilidad obtenidos en la prueba piloto, que oscilan entre 0,76 y 0,84, indican una consistencia interna aceptable. No obstante, el diseño transversal no permite establecer causalidad, y las medidas basadas en autoinformes podrían verse afectadas por el sesgo de deseabilidad social. La metodología de la tesis indica que se llevó a cabo un análisis de correlación; sin embargo, no se presentaron coeficientes de correlación en los resultados. Por consiguiente, en este documento no se formula ninguna afirmación basada en correlaciones. Futuros estudios deberían combinar el uso de cuestionarios con observación directa, mediciones de exposición, registros de lesiones y auditorías documentales.

El estudio también proporciona una base para un modelo de gestión de la seguridad más riguroso. El primer nivel debería consistir en controles de ingeniería y ambientales, tales como sistemas de extracción de polvo, ventilación, protecciones en maquinaria, detección de incendios y mantenimiento de equipos. El segundo nivel debería comprender controles administrativos, mediante procedimientos, capacitación, planes de emergencia, inspecciones y la participación de los trabajadores. El uso de equipos de protección personal debe seguir considerándose un control complementario. Este enfoque por niveles es coherente con las prácticas de prevención relacionadas con el polvo de madera, la gestión de riesgos laborales y la evaluación estructurada de peligros.[4,5,6,26,27]

En conjunto, la evidencia sugiere que el desafío principal no radica simplemente en la falta de recursos destinados a la seguridad, sino en una institucionalización incompleta de dichos recursos —a través del conocimiento, el mantenimiento, la comunicación, la rendición de cuentas y la revisión continua—. Es por ello que pueden coexistir puntuaciones elevadas en el uso de EPP con una deficiente preparación ante incendios y un escaso conocimiento en materia de seguridad y salud ocupacional (SSO). Por tanto, la prioridad de la dirección debería ser fortalecer los

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

vínculos entre las políticas, la comprensión por parte de los trabajadores, los controles físicos, la supervisión y el aprendizaje, en lugar de añadir intervenciones de seguridad aisladas. Esta conclusión es coherente con la evidencia proveniente del sector de procesamiento de madera en Ghana —en lo que respecta a las políticas y prácticas de seguridad— y con la investigación actual sobre el liderazgo en materia de seguridad.[14,31,36]

Las implicaciones respiratorias de los hallazgos actuales también merecen atención. Estudios recientes señalan una afectación de la función pulmonar en trabajadores de la industria de la madera y el contrachapado expuestos al polvo.[11,25,37,38] Por su parte, Chamba y otros (2025) informan sobre la existencia de enfermedades de las vías respiratorias de origen laboral en trabajadores del procesamiento de la madera,[12] mientras que Engelbrecht y otros (2025) sintetizan la evidencia sobre los efectos en la salud de diversos tipos de polvo de madera.[13] Asimismo, la evidencia longitudinal obtenida en trabajadores de la industria de la madera de caucho advierte que las condiciones de exposición pueden seguir siendo perjudiciales, incluso cuando se cumplen los límites normativos permitidos.[11,39] Esto refuerza la necesidad de considerar los hallazgos de este estudio sobre el uso de mascarillas contra el polvo como un componente más dentro de un programa integral de control de la exposición.

Limitaciones del estudio

El estudio se ve limitado por su contexto de una sola empresa, su diseño transversal y las medidas autoinformadas. Por lo tanto, los hallazgos no deben generalizarse a todas las empresas de procesamiento de madera de Ghana sin evidencia adicional. Los estudios futuros deberían incluir múltiples empresas de chapas y contrachapado en todo Ghana, observación directa, mediciones de polvo y ruido ocupacional, registros de lesiones y cuasi accidentes, auditorías de seguridad y evaluación longitudinal de las intervenciones de capacitación. Este trabajo permitiría probar con mayor rigor la relación entre el conocimiento, la exposición, el cumplimiento y los resultados reales de seguridad, y fortalecería la base de evidencia para la gestión integrada de la calidad y la seguridad y salud ocupacional.

Conclusiones e implicaciones

Este estudio evaluó los conocimientos sobre control de calidad y las condiciones de seguridad y salud ocupacional en una empresa ghanesa de producción de chapas de madera, identificando una clara asimetría entre los conocimientos de la dirección en materia de control de calidad y los conocimientos de los trabajadores sobre seguridad.

Los directivos mostraron un conocimiento práctico relativamente sólido del control de calidad, aunque persistían deficiencias en la documentación de normas formales. Por su parte, los trabajadores demostraron un nivel general

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

bajo de conocimientos en SSO, especialmente en lo relativo a políticas de seguridad en el lugar de trabajo, protección frente a sustancias químicas, protocolos de emergencia, gestión del estrés, responsabilidad compartida en materia de seguridad y prevención de la caída de objetos. Las prácticas de seguridad presentaban una disparidad similar: el uso de equipos de protección individual y las medidas de seguridad básicas eran relativamente adecuados, mientras que la protección contra incendios y la señalización resultaban más deficientes, sobre todo en aspectos que requerían inspección, mantenimiento y comunicación formal. Estos resultados coinciden con la literatura especializada en el procesamiento de la madera, la cual señala que los controles técnicos, los conocimientos de los trabajadores, el liderazgo y la gestión preventiva de la exposición deben funcionar de manera integrada.

Los hallazgos sugieren que el desempeño en seguridad no puede deducirse únicamente de la disponibilidad de EPI o de la existencia de medidas de seguridad aisladas. Una gestión eficaz de la seguridad requiere un sistema interconectado en el que se identifiquen los riesgos, se mantengan los controles, los trabajadores comprendan los procedimientos, los protocolos de emergencia sean visibles y la dirección supervise el desempeño. La ausencia de diferencias estadísticamente significativas en función de los años de servicio o del puesto de trabajo indica que las intervenciones deben tener un carácter organizativo, en lugar de centrarse exclusivamente en grupos específicos de trabajadores. El factor relacionado con el nivel educativo debe analizarse de forma específica y acotada, sin interpretarlo como una prueba de un efecto educativo general.

En cuanto a la práctica, la dirección debería designar a un coordinador de seguridad cualificado, con la responsabilidad explícita de supervisar el cumplimiento de las normas, realizar inspecciones y aplicar medidas correctivas. Los equipos de detección de incendios, las mangueras y los protocolos de evacuación deben someterse a inspecciones periódicas programadas. Los planes de emergencia deben estar expuestos en lugares visibles; asimismo, es necesario señalizar claramente las cargas máximas de los equipos y la información relativa a los representantes de seguridad. Si bien debe mantenerse el suministro de EPI, es fundamental verificar sistemáticamente su estado, ajuste, idoneidad y mantenimiento. El control del polvo debe reforzarse mediante ventilación, sistemas de extracción y una adecuada limpieza de las instalaciones, en lugar de depender únicamente del uso de mascarillas. Se recomienda institucionalizar reuniones periódicas sobre seguridad, en las que los trabajadores participen en la revisión de incidentes, «cuasi-incidentes» (situaciones de riesgo sin consecuencias) y políticas de seguridad. Estas recomendaciones son coherentes con la evidencia actual sobre el control del polvo de madera, el liderazgo en seguridad y la gestión de riesgos organizativos.

En lo que respecta a la gestión de la calidad, la empresa debería facilitar el acceso a las normas aplicables e integrar los requisitos documentados en los controles rutinarios de producción. Las auditorías de calidad y seguridad deben estar vinculadas cuando el estado de la maquinaria, la variación del proceso o la competencia del trabajador puedan

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

influir tanto en los defectos del producto como en los riesgos de exposición. Un enfoque de gestión combinado sería más coherente con la investigación contemporánea sobre la fabricación de madera en materia de control estadístico de la calidad, optimización de procesos y prevención estructurada de defectos.

Referencias bibliográficas

1. Prakosa GG, Pradipta NN, Prahadjo A, Imamah SN, Utomo A. Quality improvement in meranti plywood manufacturing using Six Sigma DMAIC and the seven basic quality tools. BioResources. 2026;21(3):7592–7611. DOI: https://doi.org/10.15376/biores.21.3.7592-7611

2. Qiu Q, Cool J. Transitioning to data-driven quality control in industrial veneer drying: A case study. Eur J Wood Wood Prod. 2023;81(4):1033–44. DOI: https://doi.org/10.1007/s00107-023-01949-0

3. Yılmaz M, Kökten ES. Statistical process control applications in plywood manufacturing. Pamukkale Univ J Eng Sci. 2024;30(2):155–62. DOI: https://doi.org/10.5505/pajes.2023.59844

4. Anaya Aguilar RM, Torrecilla García JA, Rubio Romero JC. Delphi assessment of the management of risk factors for exposure to wood dust generated in the handling of wood or wood composite materials in work activities in Spain. J Clean Prod. 2025;494:e144692. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2025.144692

5. Mroczek A, Kasperczyk J. Occupational exposure to wood dust: Legal aspects and preventive strategies. Medycyna Pracy. 2026;77(1):61–70. DOI: https://doi.org/10.13075/mp.5893.01668

6. Simpson AT, Beattie H, Lekka C, Keen C. Health and Safety Executive research on wood dust exposure controls in British manufacturing. Ann Work Expos Health. 2024;68(2):180–91. DOI: https://doi.org/10.1093/annweh/wxad073

7. Adamčík L, Šugárová V, Kminiak R, Schmidtová J, Banski A, Galajda P. Optimisation of technological parameters of CNC milling of plywood depending on surface roughness. Eur J Wood Wood Prod. 2025;83(3). DOI: https://doi.org/10.1007/s00107-025-02272-6

8. Madiope S, Van Der Merwe JP, Meincken M. The effect of plantation grown pine species selections and processing parameters on veneer recovery for plywood production. Eur J Wood Wood Prod. 2025;83(5). DOI: https://doi.org/10.1007/s00107-025-02307-y

9. Chamba PS, Baatjies R, Singh TS, Cumbane AJ, Jeebhay MF. Exposure characterisation of wood dust particulate, endotoxins, and (1–3) beta-D-glucans, and their determinants in Mozambiquan wood processing workers. Ann Work Expos Health. 2023;67(4):485–95. DOI: https://doi.org/10.1093/annweh/wxac100

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

10. Ennin IE, Adzaku FK, Dodoo D, Maalman RS. Effects of mixed hardwoods dust on respiratory function and blood immunoglobulin levels in wood workers. Heliyon. 2024;10(4):e26358. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e26358

11. Ennin IE, Frempong MA, Yeboah FA, Maalman RS. Assessment of pulmonary function among woodworkers exposed to mixed tropical hardwood dust in Kumasi, Ghana. Afr Health Sci. 2025;25(4):150–9. DOI: https://doi.org/10.4314/ahs.v25i4.16

12. Chamba PS, Baatjies R, Singh T, Jeebhay MF. Work-related airways disease and risk factors in Mozambiquan wood processing workers. Occup Med. 2025;75(8):526–34. DOI: https://doi.org/10.1093/occmed/kqaf090

13. Engelbrecht I, Horn SR, Du Plessis JL. A systematic review of the health effects of Acacia, Eucalyptus, and Pinus wood dust: Implications for South African occupational exposure limits. J Occup Environ Hyg. 2025:1–19. DOI: https://doi.org/10.1080/15459624.2025.2555302

14. Mitchual SJ, Donkoh M, Bih F. Assessment of safety practices and injuries associated with wood processing in a timber company in Ghana. Open J Safety Sci Technol. 2015;5(1):10–9. DOI: https://doi.org/10.4236/ojsst.2015.51002

15. Donkoh MB, Dartey E, Mensah P, Mensah A. Impact of training on occupational health and safety of woodworkers at a wood processing village in Ghana. Glob J Eng Technol Adv. 2024;14(3):7–18. DOI: https://doi.org/10.30574/gjeta.2023.14.3.0216

16. Chandrasari SH, Syahrullah Y. Penerapan Statistical Process Control (SPC) dan Fault Tree Analysis (FTA) dalam pengendalian kualitas plywood untuk mengurangi defect pada pabrik kayu di Purbalingga. J Media Teknol Dan Sist Ind. 2022;6(2):e1884. DOI: https://doi.org/10.35194/jmtsi.v6i2.1884

17. Cool J, Qiu Q. Optimisation of energy consumption during industrial veneer drying. Drvna Industrija. 2024;75(3):331–6. DOI: https://doi.org/10.5552/drvind.2024.0161

18. Ozturk H. Prediction of optimum veneer drying parameters with artificial neural networks for production of plywood with high mechanical properties. Drvna Industrija. 2023;74(3):297–308. DOI: https://doi.org/10.5552/drvind.2023.0074

19. Pipíška T, Bekhta P, Král P, Paschová Z. Effects of different pressures and veneer moisture content in adjacent layers on properties of PUF-bonded plywood. J Adhes Sci Technol. 2023;38(7):1043–52. DOI: https://doi.org/10.1080/01694243.2023.2248694

20. Demirkir C, Özsahin Ş, Aydin I, Colakoglu G. Optimisation of some panel manufacturing parameters for the best bonding strength of plywood. Int J Adhes Adhes. 2013;46:14–20. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2013.05.007

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

21. Kymäläinen M, Yamamoto A, Sokka K, Rautkari L. The effect of compression and incision on wood veneer and plywood physical and mechanical properties. Wood Mater Sci Eng. 2018;15(2):97–103. DOI: https://doi.org/10.1080/17480272.2018.1491621

22. Vashishtha S. Plywood proficiency: Navigating quality assurance in manufacturing. Am J Constr Build Mater. 2024;8(2):52–61. DOI: https://doi.org/10.11648/j.ajcbm.20240802.13

23. Azizah SN, Indrasari LD. Implementasi green supply chain pada industri manufaktur untuk mengurangi produk defect produksi plywood pada PT. SXX. J Rekayasa Sist Ind. 2025;11(1):20. DOI: https://doi.org/10.33884/jrsi.v11i1.10634

24. Susanti HD. Risk prevention of plywood product defects using Failure Mode Effect Analysis in the Indonesian plywood processing industry. Wood Mater Sci Eng. 2023;18(6):2049–59. DOI: https://doi.org/10.1080/17480272.2023.2214527

25. Elfatih NM, Ali IA, Mohammed MA, Ahmed IA, Alaagib NA, Musa OA. Wood dust effects on carpenters' pulmonary function test parameters: A comparative study. BMC Pulm Med. 2025;25(1):62. DOI: https://doi.org/10.1186/s12890-025-03535-x

26. Straumfors A, Pedersen I, Brinchmann EZ, Ervik TK, Afanou A, Anmarkrud KH, et al. Impact of air recirculation and humidification systems on wood dust exposure during woodworking. Ann Work Expos Health. 2025;69(6):652–64. DOI: https://doi.org/10.1093/annweh/wxaf027

27. Fakultas Teknik, Universitas Widyatama. Analisis risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) dengan metode HIRADC (Hazard Identification, Risk Assessment & Determining Control). 2025 [acceso 01/09/2026];1(1):55–71. Disponible en: https://journal.widyatama.ad.id/index.php/isme/article/download/3039/1261

28. Irhamna NA. Wood dust exposure as a risk factor for respiratory disorders in furniture workers: A systematic review. Preventif Jurnal Kesehatan Masyarakat. 2025;16(1):77–90. DOI: https://doi.org/10.22487/preventif.v16i1.1884

29. Rathipe M, Raphela FS. Assessment of occupational exposure to noise among sawmill workers in the timber processing factories. Appl Artif Intell. 2022;36(1). DOI: https://doi.org/10.1080/08839514.2022.2110696

30. Gutiérrez Álvarez R, Guerra K, Gutiérrez M. Psychosocial risks of workers in the plywood industry: A cross-sectional study in the Ecuadorian Amazon region. Heliyon. 2024;10(13):e33724. DOI: https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33724

31. Moon K. Effect of a safety leadership training including coaching on safety performance and climate in wood processing companies. Saf Health Work. 2024;15(3):310–6. DOI: https://doi.org/10.1016/j.shaw.2024.05.005

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

32. Ajmal M, Isha ASN, Nordin SM, Sabir AA, Munir A, Al Mekhlafi ABA, et al. Safety management paradigms: COVID-19 employee wellbeing impact on occupational health and safety performance. J Hunan Univ Nat Sci. 2021 [acceso 01/09/2026];9(3):15–33. Disponible en: https://jonuns.com/index.php/journal/article/view/556/553

33. Wahab A, Zebilila MDH, Babalola O, Isaac G, Adu-Poku J. Safety performance indicators in Ghana's construction sector: Compliance, culture, and barriers. J Civil Eng Front. 2026;7(1):24–35. DOI: https://doi.org/10.38094/jocef701126

34. Wahab A, Ghartey I, Ansah AO, Acquah E, Mozu-Simpson M, Aidoo EKF, et al. Technological Innovation and Safety Outcomes on Ghanaian Construction Sites: A Role-Based and Project-Type Analysis. Int J Sci Res Sci Technol. 2025;12(4):634–54. DOI: https://doi.org/10.32628/IJSRST251335

35. Narayan P, Arutchelvan V, Jacob S, Warimani M, Khan SA, Sonachalam M, et al. SPSS analysis for predicting the occupational health and safety of sawmill workers in the wood processing industries in Kerala, India. Discover Sustain. 2025;6(1). DOI: https://doi.org/10.1007/s43621-025-01440-1

36. Adei D, Kunfaa EY. Occupational health and safety policy in the operations of the wood processing industry in Kumasi, Ghana. J Sci Technol. 2007;27(2):161–73. DOI: https://doi.org/10.4314/just.v27i2.3305

37. Sil MSMDSCSS. Assessment of lung function among the workers in plywood industries. Vasc Endovasc Rev. 2025;8(19):223–30. DOI: https://doi.org/10.64149/j.ver.8.19s.223-230

38. Supapvanich C, Yeekew T, Pechayco G. Respiratory effects and pulmonary functions related to wood dust exposure among workers in a rubber wood factory. Health Sci J Thailand. 2024;6(2):90–7. DOI: https://doi.org/10.55164/hsjt.v6i2.265260

39. Noochana K, Puangthongthub S. Permissible but not protective: 11-year cohort evidence linking respirable rubberwood dust exposure to lung function decline in Thai workers. Environ Challenges. 2025;20:e101298. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101298

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución de los autores

Conceptualización: Francis Kofi Bih, Issah Chakurah.

Curación de datos: Francis Kofi Bih.

Análisis formal: Issah Chakurah

Investigación: Mustapha Eric Naah.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

Metodología: Francis Kofi Bih.

Recursos: Mustapha Eric Naah.

Software: Francis Kofi Bih.

Administración del proyecto: Mustapha Eric Naah.

Supervisión: Mark Bright Donkor.

Validación: Issah Chakurah.

Visualización: Adamu Wahab.

Redacción del borrador original: Francis Kofi Bih; Issah Chakurah; Mustapha Eric Naah.

Redaccion, revisión y edición final: Adamu Wahab.

Esta obra está bajo una licencia: Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY 4.0)