

Análisis de Riesgos Laborales mediante Realidad Virtual: estrategias para la Gestión de Proyectos

Risk Analysis of Work Using Virtual Reality: Strategies for Project Management

Edgar Esteban Bermeo-Valdivieso, Guido Olivier Erazo-Alvarez, Daniel Andrade-Pesantez

Resumen

Los métodos tradicionales para el análisis de riesgos laborales son insuficientes debido a su naturaleza estática, lo que dificulta su adaptación a entornos laborales cambiantes. En este contexto, la realidad virtual (RV) surge como una herramienta innovadora que permite simular escenarios laborales interactivos, facilitando la identificación y mitigación de riesgos de manera más efectiva y segura. El objetivo principal de esta investigación es evaluar el potencial de la RV para optimizar la administración de riesgos laborales, mejorando la identificación y el análisis de peligros, especialmente en proyectos de alta complejidad. La metodología empleada fue una revisión bibliográfica sistemática, utilizando la metodología PRISMA para seleccionar y analizar estudios recientes relacionados con la RV y la gestión de riesgos laborales. Además, se utilizó el software Iramuteq para realizar análisis textuales y visualizar patrones temáticos relevantes en la literatura basada en bases de datos científicas. Los resultados esperados indican que la RV mejora significativamente la identificación de riesgos y la capacitación del personal, reduciendo accidentes y optimizando la planificación de proyectos. Se proponen estrategias para integrar la RV en las fases de planificación, ejecución y cierre de proyectos, promoviendo una cultura organizacional orientada a la innovación y la prevención. En conclusión, la RV se posiciona como una herramienta efectiva para transformar la gestión de riesgos laborales, aunque su implementación requiere inversión tecnológica y adaptación cultural.

Palabras clave: Realidad virtual; Prevención de riesgos laborales; simulaciones inmersivas; Gestión de Proyectos; Seguridad Ocupacional.

Edgar Esteban Bermeo-Valdivieso

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador | edgar.bermeo.14@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-4022-5511>

Guido Olivier Erazo- Alvarez

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador | oerazo@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2494-0967>

Daniel Andrade- Pesantez

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador | dandradep@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-0586-4038>

<http://doi.org/10.46652/resistances.v6i12.194>
ISSN 2737-6222
Vol. 6 No. 12 julio-diciembre 2025, e250194
Quito, Ecuador

Enviado: enero, 19, 2025
Aceptado: marzo, 10, 2025
Publicado: marzo, 31, 2025
Publicación Continua

Abstract

Traditional methods of occupational risk analysis are inadequate because of their static nature, making it difficult to adapt to changing work environments. In this context, virtual reality (VR) emerges as an innovative tool that allows to simulate interactive work scenarios, facilitating the identification and mitigation of risks in a more effective and safe way. The main objective of this research is to evaluate the potential of VR for optimizing occupational risk management, improving hazard identification and analysis, especially in highly complex projects. The methodology used was a systematic literature review, using the PRISMA methodology to select and analyze recent studies related to VR and occupational risk management. In addition, the Iramuteq software was used to perform textual analysis and visualize relevant thematic patterns in literature based on scientific databases. The expected results indicate that VR significantly improves risk identification and staff training, reducing accidents and optimizing project planning. Strategies are proposed to integrate VR into the planning, implementation and closure phases of projects, promoting an organizational culture oriented towards innovation and prevention. In conclusion, VR is positioned as an effective tool for transforming workplace risk management, although its implementation requires technological investment and cultural adaptation.

Keywords: Virtual reality; Occupational risk prevention; Immersive simulations; Project management; Occupational safety.

Introducción

Los accidentes laborales en el Ecuador deben ser tomados como un tema relevante, tanto por el bienestar de los trabajadores como por la economía del país, a nivel global la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (Organization, 2020), informa de que cada año en el mundo ocurren más de 2.78 millones de muertes relacionadas con el trabajo, 2.4 millones por enfermedades ocupacionales y 374000 son accidentes mortales, reflejando la magnitud de los riesgos laborales a nivel mundial. En lo que respecta a nuestro país, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) a través de la Dirección de Riesgos del Trabajo, en el año 2024 en el Ecuador fueron calificados como accidente de trabajo 13298 expedientes. Con los datos antes mencionados por el IESS, los costos de los accidentes representan entre el 2% y 4% del PIB, afectando a la economía nacional, siendo las provincias más afectadas Pichincha, Guayas y Azuay por su concentración industrial (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2024).

Con los datos mencionados anteriormente, los costos derivados de los accidentes de trabajo abarcan gastos médicos, pagos que se dan por compensaciones, afecta la productividad, indemnizaciones, la reinserción laboral contemplada en la ley, son rubros que la mayoría de las empresas no toman en cuenta cuando éstos ocurren. Queda claro entonces, que la no inversión en un análisis de riesgos y en la posterior implementación de medidas preventivas, acarrearán mayores gastos a largo plazo, tanto para las empresas, así como para el sistema de seguridad social de cada país. La prevención de riesgos laborales en Ecuador ha sido relevante en los últimos años, por las reformas a la legislación impulsadas por los entes reguladores en la materia, tanto del Ministerio de Trabajo como del IESS.

Como uno de los desafíos principales de las empresas ecuatorianas es la efectividad en procesos de capacitación y, sobre todo, en lo que concierne al proceso de análisis de riesgos laboral. A menudo este proceso de identificación y evaluación de riesgos se realiza con base en evaluaciones teóricas o inspecciones físicas, sin reflejar la realidad en los entornos laborales (Steenbergen, 2014), en su investigación, indican que los accidentes laborales generan repercusiones económicas y sociales en los trabajadores, empresas y sociedad, y los métodos ineficaces de análisis de riesgos contribuyen a ello, dando lugar a costos mayores en los procesos de producción. La realidad virtual (RV) es pionera, facilitando la creación de ambientes digitales interactivos que emulan escenarios laborales auténticos, y permitiendo a los empleados experimentar y adquirir conocimientos de forma segura y regulada por normativa vigente.

La innovación en las técnicas de análisis de riesgos laborales se vuelve fundamental para adaptar los constantes cambios en los entornos laborales, la dinámica de las organizaciones y la tecnología. Los métodos convencionales de evaluación de riesgos ocupacionales frecuentemente se caracterizan por su estabilidad y limitación en su habilidad para identificar amenazas de forma dinámica. Esto puede resultar en una subestimación de los riesgos en contextos laborales en constante evolución.

El poder recrear estos escenarios sobre distintos entornos laborales, nos permite ajustar las variables según las necesidades específicas del trabajo o del proyecto, modelos que es posible en la realidad su recreación es costosa, incluso peligrosa o difícil de plasmar. Por ejemplo, en el estudio realizado por Checa Cruz et al. (2021), se ha utilizado el metaverso para simular escenarios en el que el usuario debe identificar y corregir errores que encuentran de seguridad, evaluando situaciones de riesgos, pudiendo identificar comportamientos inseguros y a su vez aplicar medidas correctivas. También, se enfocó en la selección del equipo de protección personal adecuado, identificar trabajadores que no hace uso de este, condiciones subestándares, señalización de seguridad e identificación de zonas peligrosas, logrando obtener datos para ser usados en una retroalimentación para el usuario.

Las tecnologías implementadas y enfocadas en el contexto laboral, tanto en la prevención de riesgos laborales como en la administración y organización de empresas, experimentan un incremento, contribuyendo a la optimización de la calidad y eficiencia de los servicios. Actualmente, la aparición de redes inteligentes y su integración implican velocidades elevadas de transmisión de datos, un incremento en la cantidad de dispositivos conectados y una disminución en el tiempo de respuesta, generan progresos digitales.

La hiperrealidad, caracterizada por una delgada línea entre lo real y lo digital, es un hecho. Por ende, es imperativo evaluar oportunamente las ventajas que estas tecnologías pueden proporcionar, conocer las herramientas disponibles y mantenerse atentos a las innovaciones emergentes. Probablemente, en un futuro cercano, nuestra cotidianidad se desarrollará en un entorno virtual,

estableciendo de esa manera comunicación, donde la sala de reuniones no será un factor determinante. Simplemente estará en la ubicación deseada en cada instante y para cada circunstancia. Entonces, la Industria 4.0 constituye una transformación radical en el proceso productivo, incorporando tecnologías de vanguardia como la inteligencia artificial, el internet de las cosas, automatización, realidad virtual, entre otras. Optimizando procedimientos, incrementando la eficiencia, reconfigurando el porvenir industrial.

La integración de estas nuevas tecnologías en el mundo del trabajo supondrá un cambio real que tendrá consecuencias impredecibles en la gestión de la prevención de riesgos laborales. Por eso, la administración realizada actualmente en cuanto a prevención de riesgos laborales es indispensable para gestionar proyectos, especialmente en áreas de alto riesgo como la construcción, la industria manufacturera y el sector eléctrico.

Por ejemplo, debido a la alta prevalencia de caídas en la industria de la construcción, existe la necesidad de buscar herramientas viables para evaluaciones y capacitación para promover la seguridad y la salud ocupacional (Derby et al., 2023). Las pruebas de funcionamiento del entorno y su validación por personal técnico operativo del sector eléctrico permitieron concluir que este tipo de desarrollos contribuyen con el entrenamiento en gestión del riesgo en espacios seguros (Cardenas Bocanegra & Olarte Dussan, 2022).

Históricamente, se han utilizado diferentes enfoques para capacitar a los trabajadores en materia de seguridad, como grabaciones de video, folletos y capacitación práctica. Cada método tiene sus ventajas y desventajas. Por ejemplo, si bien las grabaciones de video y los folletos son fáciles de producir y relativamente económicos, a menudo no logran involucrar completamente a los trabajadores durante el proceso de capacitación (Vatankhah Barenji et al., 2024). En este contexto, los avances tecnológicos han evidenciado ser instrumentos fundamentales para optimizar tanto la detección como la mitigación de riesgos. La Realidad Virtual, una de las innovaciones más destacadas, surge como una solución para el análisis de riesgos ocupacionales.

Mediante la simulación de entornos laborales, la Realidad Virtual posibilita la recreación de contextos laborales en los que se pueden identificar amenazas potenciales, formar a los empleados y poder formular estrategias de prevención sin poner en riesgo la integridad física. Este estudio se enfoca en la implementación de la Realidad Virtual como instrumento para el análisis de riesgos en el contexto laboral, revelando cómo esta tecnología puede incorporarse eficazmente en la administración de proyectos.

También, tiene como objetivo proporcionar una perspectiva holística de las ventajas de esta tecnología en mitigar los riesgos laborales y la transformación de las estrategias convencionales de administración y gestión de proyectos, donde la seguridad y la eficiencia son prioridades. Además, se analizan cómo facilitan una identificación más precisa de riesgos y la optimización de la planificación y la toma de decisiones en la gestión de proyectos para disminuir la incertidumbre.

Mediante la implementación de Realidad Virtual en simulaciones de contextos laborales, los administradores de proyectos tienen además la capacidad de optimizar la formación del personal y minimizar incidentes a través de un enfoque preventivo y en espacios seguros. Es así, que el artículo propone analizar cómo la implementación de la Realidad Virtual puede llegar a transformar el enfoque que se tiene en la gestión de riesgos laborales, abordando las deficiencias actuales en el proceso de identificar y evaluar los riesgos.

Por otro lado, busca determinar los procesos críticos en los proyectos, que serían beneficiarios de esta tecnología, evaluando la eficacia de las simulaciones virtuales en la gestión de riesgos. De esta manera, se promueve como una solución innovadora que no solo es óptimo para la formación del personal, sino que reduce la probabilidad de accidentes, mejorando la planificación y la ejecución de proyectos, principalmente de alto riesgo.

A nivel mundial, la prevención de riesgos laborales son una prioridad que se ha consolidado gracias a la adopción de normativas internacionales como los lineamientos de OIT y estándares ISO como la 45001. Por eso la salud de cada empleado es fundamental para el uso eficaz de sus habilidades y destrezas. Los individuos utilizan tanto esfuerzos físicos como mentales para realizar una tarea, por lo tanto, cualquier aspecto que perjudique su salud tiende a dificultar el cumplimiento de la tarea (Ntow et al., 2020).

En este sentido comprender cómo actúan las personas ante situaciones de riesgo, cómo influyen los factores intrínsecos y extrínsecos en el proceso de toma de decisiones de toma de riesgos (TR) y en qué medida es posible modificar sus reacciones externamente son cuestiones que han interesado desde hace tiempo a los académicos y a la sociedad en general (de-Juan-Ripoll et al., 2018). En este análisis, la progresiva digitalización y el progreso de la Industria 4.0 han facilitado la incorporación de tecnologías emergentes, incluida la Realidad Virtual (RV), para usarse en la identificación, evaluación y control de riesgos ocupacionales.

No obstante, las tecnologías de RV, aunque se consideran maduras, requieren la expansión del ámbito de la visualización científica y meramente experimental a áreas más multidisciplinarias, especialmente la seguridad y salud en el trabajo de las empresas. Como la RV tiene un impacto significativo en la mejora de la situación de la seguridad y salud en el trabajo en cualquier empresa (Torrecilla-García et al., 2019). Además, la globalización y la competitividad que existe en el mercado laboral actual, exigen que las organizaciones a más de que tiendan a implementar estrategias de gestión de riesgos sofisticadas, estas lleguen a cumplir mandatos legales y optimizar su imagen corporativa. Por lo que, desde una perspectiva organizacional, la instauración de programas de prevención de riesgos mediante la Realidad Virtual engloba una serie de factores el hecho de que las organizaciones deben considerar invertir en tecnología, integrando estos sistemas en sus estructuras actuales de administración de los proyectos.

Por tanto, tener presente que la gestión de riesgos en los proyectos es esencial para el éxito, buscando siempre ser proactivos y no reactivos, para que, al identificarse oportunamente, no se conviertan en un problema para el proyecto. Todo proyecto, independientemente del sector o rama en el que se realice, ya sea construcción, tecnología, energía o incluso en los proyectos de investigación, se encuentran expuestos a ciertos factores de riesgo que pueden afectar a los resultados. Por ello, la gestión de riesgos necesariamente debe comenzar con una adecuada identificación o circunstancias que podrían afectar al proyecto, dentro de esto se incluyen los riesgos técnicos, legales, financieros, de recursos humanos, operativos, incluso de origen natural, permitiendo anticiparse, dando una respuesta adecuada a los mismos.

Una vez identificados los riesgos, permite al equipo del proyecto poder desarrollar los diferentes controles para mitigarlos, estos controles deben incluir las estrategias necesarias para reducir el impacto en caso de que el riesgo se materialice. Por ende, tener una adecuada gestión de los riesgos, proporcionará una valiosa información que facilitará una adecuada toma de decisiones a los gerentes de proyecto, ya que se evaluarán las diferentes opciones, las ventajas y desventajas de las estrategias y seleccionar la mejor alternativa, reduciendo la incertidumbre y mejorando la capacidad para cumplir con los objetivos del proyecto.

Como bien indica Aleman Zambrano et al. (2022), una mala planificación de la gestión de riesgos dentro de la elaboración del proyecto implicaría fallas que, si se llegan a ejecutarse, llegaría así a ser contraproducente para la empresa y en caso de no llegarse a culminar el proyecto implicaría grandes pérdidas por la inversión que implican el desarrollo de proyectos orientados a sistemas críticos. De acuerdo con lo anterior, uno de los requerimientos actuales para la aceptación y la puesta en marcha de un proyecto consiste en el reconocimiento y la cuantificación de los riesgos, lo que permite evidenciar los costos adicionales que se podrían presentar a causa de eventos identificados de manera anticipada y reconocer la capacidad del proyecto de asumir o no dicha situación (Quirama Estrada et al., 2022).

En un estudio empírico realizado por Narazaki et al. (2022), se pudo evaluar el impacto de la realidad virtual identificando los riesgos en obras de construcción, dando como resultado que los trabajadores que usaron realidad virtual simulando el lugar de construcción, lograron identificar un 29% más de riesgos que los que usaron métodos tradicionales como las inspecciones visuales. Los trabajadores dentro de la retroalimentación informaron que durante el uso de la realidad virtual ayudó y mejoró la comprensión sobre las condiciones en el lugar de trabajo, incluyendo los riesgos por caída de altura, manejo de materiales y zonas de colisión.

Así mismo, el uso de la realidad virtual puede ser incorporada en la planificación de proyectos, pudiendo prevenir situaciones de riesgo en el diseño y la adecuación de las áreas de trabajo, en el estudio realizado por Pérez et al. (2022), destaca como la realidad virtual en la fase de diseño de proyectos ayudó a detectar condiciones disergonómicas relacionadas con la disposición del equi-

po y la interacción con el trabajador, dando como resultado una reducción del 15% de incidentes durante la fase de ejecución.

Por consiguiente, en el ámbito de la administración de proyectos, la Realidad Virtual puede ser incorporada en las etapas de planificación y ejecución, proporcionando simulaciones meticulosas de potenciales riesgos y facultando a los administradores de proyectos para concebir estrategias más precisas y fundamentadas. En este sentido, la necesidad de poder mejorar la gestión de la incertidumbre en los proyectos de cualquier empresa es sumamente importante, puesto que una de las debilidades recurrentes se evidencia en situaciones o problemas que no se encuentran contemplados en la planificación inicial.

Esta situación converge en la forma de enfrentar estos problemas en la etapa de ejecución, terminando con altas consecuencias como son los costos adicionales, no cumplimiento de plazos, alcances mayores o menores, no conformidades en calidad, mal uso de recursos y mal desempeño financiero. Además de esto no existe un aprendizaje de la experiencia al finalizar cada proyecto, repitiendo estos errores en el futuro (Rojas-Cazaluade et al., 2023). Esta implementación requiere de un cambio cultural en la organización, donde la innovación y la seguridad sean prioridad. Desde el enfoque del trabajador al ser un entorno controlado, mejora su capacidad de respuesta y aumenta la concienciación sobre los peligros asociados a su labor.

La instrucción inmersiva a través de esta tecnología facilita la asimilación de procedimientos y la evaluación en tiempo real de la competencia del personal. Adicionalmente, posibilita la adaptación de los entrenamientos en función de las necesidades particulares del puesto y del individuo. La retroalimentación inmediata y la capacidad que se tiene con la realidad virtual, repetir las simulaciones en cualquier cantidad de ocasiones requeridas potencia el aprendizaje y la implementación práctica de los conocimientos obtenidos.

Por otro lado, es fundamental identificar de manera precisa y detallada los posibles riesgos del entorno laboral y seleccionar cuidadosamente los equipos y dispositivos de protección personal apropiados para cada situación. Además, es de suma importancia elaborar y poner en práctica estrategias efectivas para capacitar a los empleados en cuanto a las normas y procedimientos de seguridad laboral, garantizando así un ambiente de trabajo seguro y libre de accidentes.

Metodología

Para la elaboración del artículo, la metodología utilizada fue una revisión bibliográfica sistemática, por lo que se analizaron estudios previos relacionados con el tema. El tipo de investigación fue exploratoria y descriptiva, puesto que se busca explorar el cómo la realidad virtual contribuye en la identificación de riesgos laborales. La investigación realizada se explicó en la tabla 1, ya que se siguió una metodología estructurada para recopilar y analizar la información científica relevante,

un enfoque basado en recopilar, evaluar y extraer estudios científicos relevantes sobre la investigación. Este método provee una visión más clara de los estudios existentes sobre el tema, identificando áreas donde pueden converger, vacíos y proyecciones de futuras investigaciones. Como técnica se realizó búsqueda en bases de datos académicas y científicas como Scopus, Ovid, ProQuest, Web of Science, además del gestor bibliográfico Zotero como gestor de referencias bibliográficas, aplicando criterios de inclusión y exclusión predefinidos para poder filtrar estudios relevantes tabla 1, de estos estudios se analizaron su contenido para extraer datos clave que contribuyan a responder la pregunta de investigación.

¿Cómo puede la realidad virtual contribuir a la identificación y reducción de riesgos laborales en la gestión de proyectos, mejorando las estrategias de seguridad y prevención?

A continuación, se detalla un cuadro siguiendo la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), proceso que ayudará a documentar de mejor manera la selección de estudios para esta investigación.

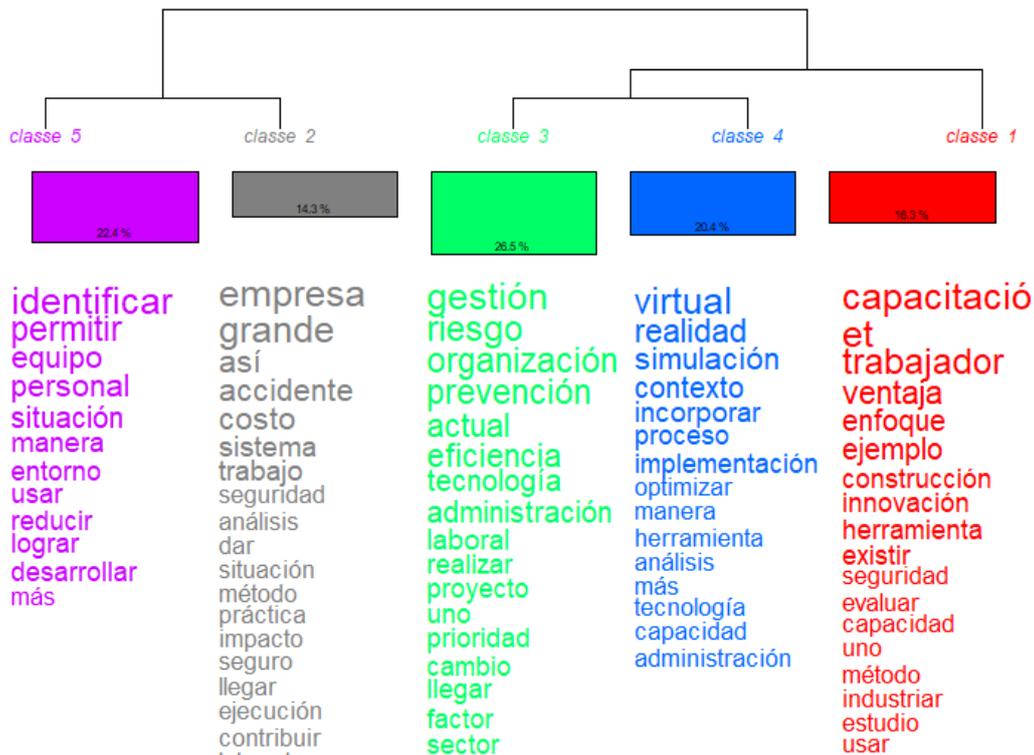
Tabla 1. Metodología Prisma Aplicada.

Etapa	Descripción	Aplicación
Identificación	Se realiza búsqueda inicial en bases de datos académicas, utilizando ecuaciones de búsqueda: “virtual reality” and “occupational risks” and “projects” and “risks”, “realidad virtual” and “riesgos laborales” and “proyectos” and “riesgos”.	Se efectuó una búsqueda detallada en diferentes bases de datos académicas relacionado a la realidad virtual y riesgos laborales, identificando 272 estudios.
Filtrado por relevancia (Screening)	Filtrado inicial de los estudios basados en el título y resumen sobre la temática.	Se filtraron los estudios que no abordaban de manera directa la realidad virtual en la prevención de riesgos laborales, riesgos en proyectos, descartando 103 estudios.
Elegibilidad	Evaluación más detallada de los estudios restantes para poder determinar su relevancia.	Los estudios restantes se evaluaron, asegurando que cumplan con los criterios requeridos quedando 42 estudios.
Criterios de Inclusión	Definición de estudios en la revisión sistemática considerando las características que hacen elegible a un estudio. Para ellos se trabajó con referencias como: artículos científicos, artículos de conferencia, extractos de libro.	Fueron tomadas en cuenta publicaciones realizadas entre los años 2019-2025, en los que se abordaban los temas sobre realidad virtual y prevención de riesgos laborales, que utilicen esta tecnología para análisis de riesgos simulando entornos laborales peligrosos.
Criterios de Exclusión	Definición sobre que estudios no se incluyen en la revisión sistemática por las características que no son parte del estudio.	Publicaciones que traten sobre tecnologías inmersivas diferentes a la realidad virtual, además de conferencias y capítulos de libro
Síntesis	Se analizan datos para identificar tendencias y conclusiones generales.	

Fuente: elaboración propia

El análisis de similitud que se realizó y que se encuentra representado en el gráfico, explora las ventajas, aplicaciones y factores clave de la realidad virtual en la prevención de riesgos laborales y la gestión de proyectos, esto ha permitido identificar clusters o grupos de términos que evidencian áreas que se interrelacionan. A continuación, se presentan los resultados del análisis de similitud, en el cual se destacan los clusters identificados y su interpretación en el contexto de la gestión de riesgos laborales y la gestión de proyectos.

Figura 3. Clasificación Clusters



Fuente: Software Iramuteq

Clúster 1 (16.3%)

Capacitación en Innovación: este clúster se destaca por la importancia que tiene la capacitación y la innovación como herramienta de prevención de riesgos laborales, términos como capacitación, trabajador, ventaja, muestran un enfoque sobre la formación y desarrollo de competencias y habilidades para poder mejorar la seguridad en el trabajo. La innovación indica que se buscan nuevas herramientas y métodos como la realidad virtual para la identificación de riesgos del trabajo. En definitiva, este clúster se relaciona con la adopción de nuevas tecnologías en las distintas industrias con un papel fundamental de la realidad virtual, y la implementación de programas de capacitación.

Clúster 2 (14.3%)

Impacto de Accidentes y Costos: este clúster se encuentra enfocado en el impacto económico de los accidentes laborales y en la necesidad de implementar sistemas de seguridad adecuados, en las palabras como accidente, costo, impacto, nos indican que se debe analizar los efectos negativos de los riesgos laborales en las organizaciones. Las palabras seguridad y método, nos invitan a que se deben considerar sistemas y prácticas para mejorar la seguridad y lograr la reducción de la accidentabilidad. La realidad virtual contribuye en este clúster permitiendo la formación y la evaluación de los riesgos en entornos virtuales, reduciendo los costos relacionados a los accidentes, por ende, mejorando la seguridad laboral.

Clúster 3 (26.5%)

Gestión de Riesgos y Prevención: este es el clúster más grande dentro del análisis, se encuentra enfocado en la gestión de los riesgos laborales y a la prevención dentro de las organizaciones. Las palabras gestión, riesgo, prevención, nos indican un enfoque en la administración de las estrategias y en la planificación para mitigar los riesgos laborales. El término tecnología nos muestra que el uso de tecnologías como la realidad virtual son usadas para ser más eficientes en seguridad, y se encuentra estrechamente relacionado con la gestión de proyectos, aportando en la planificación de las medidas o controles a implementar en los mismos.

Clúster 4 (20.4%)

Realidad Virtual y Simulación: este clúster tiene como centro el uso de la realidad virtual y la simulación en capacitación y evaluación de riesgos, las palabras virtuales, realidad y simulación, nos indican el enfoque de la creación de entornos virtuales para la formación del personal y la evaluación de riesgos, la palabra implementación indica que la realidad virtual ya no es una tecnología experimental, sino que se integra en proyectos concretos dentro de las organizaciones. Este clúster refleja la innovación tecnológica en prevención de riesgos, permitiendo optimizar los procesos y mejorar la capacidad de los trabajadores para manejar situaciones de riesgo.

Clúster 5 (22.4%)

Identificación y Reducción de Riesgos: este clúster se basa en la identificación y la reducción de riesgos laborales, tomando aspectos como el trabajo en equipo y la capacitación del personal, palabras como identificar y reducir, nos dan a entender el enfoque en la identificación y mitiga-

ción de los riesgos, por otro lado, palabras como equipo y personal, muestran la importancia de la colaboración y la formación. En este contexto la realidad virtual nos aporta con simulaciones de situaciones de riesgo permitiendo al trabajador el desarrollo de habilidades para la mitigación de riesgos.

Tabla 2. Clusters y Chi2.

Clúster 1		Clúster 2		Clúster 3		Clúster 4		Clúster 5	
chi2	forme	chi2	forme	chi2	forme	chi2	forme	chi2	forme
16.4	capacitación	26.6	empresa	14.9	gestión	38.7	virtual	19.4	identificar
12.7	trabajador	13.1	accidente	13.3	riesgo	23.9	realidad	11.0	equipo
3.6	innovación	13.1	costo	11.3	prevención	21.7	simulación	10.6	personal
3.6	herramienta	7.1	sistema	11.3	organización	5.4	proceso	4.2	entorno
2.3	seguridad	7.1	trabajo	7.2	tecnología	5.4	implementación	3.6	reducir
2.3	evaluar	3.3	seguridad	5.7	administración	4.2	optimizar	3.6	desarrollar

Fuente: elaboración propia

El análisis realizado en los distintos clusters reflejan de manera clara la tendencia hacia la innovación tecnológica en la gestión de riesgos y la seguridad laboral, tienen un enfoque claro en la capacitación, la mejora continua y la optimización de los procesos. La gestión de proyectos tiene una estrecha relación en el clúster 3, herramienta integrada para planificar, implementar y controlar medidas propuestas.

Ahora, se presentan un conjunto de estrategias prácticas en las cuales se integran a la realidad virtual en la gestión de proyectos, estas estrategias se encuentran diseñadas para que puedan ser implementadas en las diferentes fases del ciclo de vida de un proyecto, tomando en cuenta la planificación, la ejecución y el cierre del proyecto, así mismo, incluyen ciertas consideraciones clave para que esta adopción sea efectiva.

1. Estrategias en la Fase de Planificación del Proyecto

Simulación de Escenarios de Riesgo: es importante utilizar a la realidad virtual para lograr simular entornos laborales que sean potencialmente peligrosos, esto nos permite identificar los riesgos de manera temprana, el cual nos facilita poder planificar las medidas preventivas a implementar antes de que se materialicen en un accidente, hecho que nos permite reducir la incertidumbre y sobre todo la optimización de asignación de los recursos, teniendo una relación directa con lo expuesto en el clúster 2. Por ejemplo, al simular alguna situación de emergencia, aplicando los controles que se establecieron, podemos evaluar la efectividad de estos, obteniendo como beneficio la mejora de la preparación del personal, reduciendo el tiempo de respuesta en situaciones críticas.

Identificación de Riesgos en el Diseño del Proyecto: integrando la realidad virtual en el diseño del proyecto, como lo describe el clúster 3, nos permite poder identificar los distintos factores de riesgo que existen evidenciado en el clúster 5, dependiendo del escenario que se haya planteado, por ejemplo, simular la disposición de maquinarias, equipos o simplemente áreas de trabajo, nos ayuda reduciendo los costos que se encuentran asociados a la modificaciones posteriores que se puedan dar, con esto se cumple a cabalidad lo que indica el principio de acción preventiva.

2. Estrategias en la Fase de Ejecución del Proyecto

Capacitación del Personal en Realidad Virtual: la implementación de programas de capacitación basados en realidad virtual como parte de los entrenamientos a los trabajadores, indudablemente mejorará la competencia de los trabajadores o de los usuarios, detallado en el clúster 1, la percepción en entornos simulados aumentará la confianza, por ende, el actuar será el esperado en situaciones de riesgo.

Monitoreo en tiempo real de riesgos: la utilización de estas tecnologías, tienden indudablemente a la innovación, integrar sensores y dispositivos Iot (internet de las cosas) por ejemplo, nos permite monitorear en tiempo real las condiciones de seguridad en el lugar de trabajo durante la ejecución del proyecto, facilitando la toma de decisiones, y sobre todo haciendo que éstas sean efectivas para el control de los riesgos, relacionado en la descripción del clúster 2.

Evaluación y mejora continua de Competencias: es necesario realizar simulaciones periódicas que nos permitan evaluar la capacidad de los trabajadores, indicado en el clúster 3 y el clúster 5, entregándonos una retroalimentación de manera inmediata, esto nos permite identificar brechas en la capacitación y mejorar la preparación del personal de manera continua.

3. Estrategias en la Fase de Cierre y Evaluación del Proyecto

Análisis posterior al proyecto con realidad virtual: utilizar la realidad virtual para realizar un análisis post-proyecto, nos permite identificar lecciones aprendidas y las áreas donde podemos mejorar la gestión, descrito en el clúster 2 y clúster 5, por ejemplo, al recrear de manera virtual un accidente o situación de emergencia ocurrido durante la ejecución del proyecto, ayudará a poder detectar de manera real las causas que lo originaron, dando la oportunidad de evaluar las medidas tomadas, facilitando la identificación de patrones de riesgo y la mejora en los procesos de gestión de proyectos.

El poder desarrollar una base de simulaciones para capturar las simulaciones sugeridas en el clúster 4, donde se encuentren los riesgos y las posibles medidas de control, nos servirá como punto de partida para futuros proyectos, recalcando que cada realidad será distinta, pero nos propor-

cionará un recurso valioso para la capacitación y planificación de proyectos futuros, reduciendo costos y tiempos asociados a la identificación de riesgos.

4. Estrategias Transversales (para todas las fases)

Integrar la realidad virtual a la Cultura Organizacional: realizar talleres y sesiones de sensibilización para los trabajadores de la organización en todos los niveles, destacando los beneficios de la realidad virtual, fomentará una cultura organizacional que valore la innovación.

Colaboración con expertos en Realidad Virtual: es fundamental el tener el acompañamiento, asesoramiento, a través de alianzas o convenios con empresas proveedoras de esta tecnología, estos ayudarán al desarrollo de soluciones personalizadas que se ajusten a las necesidades específicas del proyecto, asegurado que las soluciones de realidad virtual estén alineadas con los objetivos del proyecto.

Inversión en Infraestructura Tecnológica: invertir en todo el equipamiento y tecnología necesaria para la implementación de la realidad virtual en la organización, con una capacitación adecuada al personal, asegurando que la tecnología esté siempre disponible en todas las fases del proyecto.

A todo lo mencionado anteriormente, es necesario tener en consideración lo siguiente:

- **Evaluación Continua:** Para medir el impacto de la realidad virtual en la reducción de riesgos.
- **Adaptabilidad:** Asegurándose de que las soluciones de realidad virtual sean flexibles y principalmente puedan adaptarse a las necesidades dinámicas del proyecto.
- **Cumplimiento Normativo:** Verificando que las simulaciones y los entrenamientos basados en realidad virtual cumplan con la normativa legal vigente del lugar donde se lo realice.

Las estrategias presentadas son en primera instancia prácticas y aplicables en proyectos de diversos sectores, y tienen la intención de poder adaptarse a las necesidades de cada organización, a continuación, se presenta de manera gráfica en la figura 4, las estrategias planteadas con las actividades a realizar en las distintas etapas, como las que se deben ejecutar de manera transversal en cualquier etapa del proyecto.

Figura 4. Estrategias para la Gestión de Proyectos



Fuente: elaboración propia

Discusión

Los resultados obtenidos indican que la realidad virtual nos permite una identificación de riesgos laborales más precisa en comparación con los métodos tradicionales que son utilizados para esta actividad. En el estudio realizado por Narazaki et al. (2022), evidenció que los trabajadores que usaron realidad virtual pudieron identificar un 29% más de riesgos que aquellos que usaron simplemente capacitaciones teóricas o inspecciones visuales, denotando que la realidad virtual no solo mejora la capacidad de los trabajadores para la identificación de los riesgos, sino que también los concientiza sobre las condiciones de trabajo y los riesgos asociadas a estas.

Otro punto de interés es que el uso de simulaciones virtuales, al proporcionar entornos controlados, facilitan la adquisición de habilidades mejorando la preparación de los trabajadores sin llegar a exponerlos a peligros reales. Un ejemplo de ello es el hallazgo realizado en el estudio de Pérez et al. (2022), el cual determinó que la incorporación de simulaciones con realidad virtual usado en la planificación de proyectos proporcionó como resultado una reducción del 15% en el número de incidentes en la fase de ejecución, hallazgo que resalta el potencial que tiene la realidad virtual para mejorar la seguridad laboral como la eficiencia en los proyectos.

Así mismo, los hallazgos de esta investigación reflejados en los resultados de Iramuteq muestran que la realidad virtual como herramienta de gestión es buena, alineándose con estudios previos que han demostrado la eficacia de la realidad virtual en riesgos laborales, Checa Cruz et al.

(2021), ya lo evidenció usándola para identificar comportamientos inseguros y proponer medidas correctivas o preventivas dependiendo del caso en los entornos industriales. De manera similar, Derby et al. (2023), destacaron la importancia del uso de esta herramienta capacitando a los trabajadores en la industria de la construcción, actividad donde la identificación y evaluación de riesgos son críticas.

Complementando a todo lo anterior, es importante destacar aspectos como la retroalimentación y la evaluación continua que permite la realidad virtual, como se destacó en los clusters, el uso de simulaciones iterativas en entornos laborales da la posibilidad de poder ajustar los procedimientos en tiempo real, por ende, se optimiza la toma de decisiones y reduciendo la incertidumbre, factor que es importante en la gestión de proyectos. El enfoque iterativo entonces, facilita la adopción de estrategias preventivas más dinámicas y sobre todo adaptativas a las distintas realidades o requerimientos de las actividades productivas, hechos que no son posibles al usar métodos estáticos como inspecciones simples y teóricas, reflejado en los hallazgos de Rojas-Cazaluade et al. (2023).

A pesar de que los resultados respaldan la hipótesis de que la realidad virtual mejora la identificación y atenuación de los riesgos, es posible también interpretar los resultados obtenidos desde otras perspectivas. Por ejemplo, desde el punto de vista psicológico la realidad virtual no solo mejora la identificación de riesgos, también impacta de manera positiva en la psicología de los trabajadores, aumentando la confianza y preparación en situaciones de riesgo, pudiendo dar como resultado en una mayor productividad, por otro lado al realidad virtual podría aumentar su efectividad si a esta se integran otras tecnologías como la inteligencia artificial (IA), análisis de big data, por ejemplo, ayudando a una identificación de riesgos más precisa y sobre todo predictiva, esta combinación aportará sin duda a una actuación más preventiva; también podemos analizar desde la perspectiva de un enfoque en la cultura organizacional, ya que la realidad virtual no depende de la tecnología en sí, sino de la cultura de la organización, las empresas que fomentan la innovación como una de sus prioridades, aumentan la probabilidad de obtener resultados positivos con la realidad virtual.

Conclusión

En el estudio se pudo evidenciar como la realidad virtual puede optimizar la identificación y sobre todo el control de los riesgos en el ámbito laboral, mejorando así la gestión en los proyectos, reduciendo la accidentabilidad en los mismos. A través de una revisión sistémica bibliográfica y el uso del software iramuteq, se pudo evidenciar de que la realidad virtual es una herramienta innovadora y efectiva en la gestión de los riesgos laborales, de manera particular en sectores donde el nivel de riesgo por la actividad que realizan es alto.

La integración de la realidad virtual en la gestión de riesgos laborales requiere de un enfoque estratégico y bien planificado para poder optimizar los beneficios que brinda, desarrollando programas de capacitación inmersiva se puede mejorar la retención de los conocimientos, aumentando la preparación en los trabajadores, reduciendo la probabilidad de que se materialicen accidentes; simular escenarios en la planificación de proyectos en actividades de alto riesgo, facilita la detección temprana de factores que pueden afectar a los costos del proyecto y tiempos de en la ejecución de los mismos.

Aunque los resultados son positivos, también existen limitaciones, en primer lugar, la implementación de la realidad virtual requiere de una inversión tecnológica, pudiendo ser un obstáculo para las pequeñas y medianas empresas (PYMES), que podrían no acceder a los recursos necesarios. Además, aunque lo mostrado en el presente estudio destacan la eficiencia de la realidad virtual, es necesaria una mayor validación empírica en ciertos sectores, como el industrial, construcción, eléctrico, transporte, agrícola, algunos no fueron abordados a profundidad, otro factor importante es que, la realidad virtual depende en gran medida de la calidad con la que se trabaje en la simulación, y de la capacitación previa que tengan los trabajadores o personas involucradas en el uso de esta tecnología, pudiendo limitar su implementación y uso, los usuarios no podrían percibir los beneficios de la realidad virtual en comparación con otros métodos, generando una resistencia al cambio. La mayoría de los estudios realizados son a corto plazo y se centran en la identificación de riesgos y capacitación del personal, sería importante y se necesitarían estudios a largo plazo para evaluar y evidenciar el impacto de la realidad virtual en la reducción de accidentes laborales y la gestión de proyectos.

Por ello, es necesario que se realicen investigaciones futuras centradas en evaluar el impacto a largo plazo, considerando no solo la fase de identificación de riesgos, sino también en el seguimiento de los controles implementados luego de valorar el factor de riesgo, evaluando el riesgo residual; también realizar estudios comparativos entre distintas tecnologías de inmersión, por ejemplo la realidad aumentada (AR) o la realidad mixta (MR), para poder determinar cuáles se adaptan a las necesidades de los distintos contextos laborales, así mismo, investigaciones sobre la accesibilidad y adaptabilidad de estas tecnologías en empresas de distintos tamaños, para poder identificar que barreras se tienen en la entrada y buscar soluciones que permitan una adopción más generalizada.

Referencias

- Aleman Zambrano, G. J., Del Carpio Lazo, M. I., Mendiguri Chávez, D. G., & Vílchez Silva, D. C. (2022). Gestión de riesgos para el desarrollo de proyectos de sistemas críticos. *Innovación y Software*, 3(2), 132-139. <https://doi.org/10.48168/innosoft.s9.a73>
- Alzarrad, A., Miller, M., Durham, L., & Chowdhury, S. (2024). Revolutionizing construction safety: Introducing a cutting-edge virtual reality interactive system for training US construction workers to mitigate fall hazards. *Frontiers in Built Environment*, 10. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2024.1320175>

- Anchaluisa Parra, L. M., & Arellano Grijalva, S. M. (2024). Impacto y Efectividad de los Simuladores de Seguridad Industrial en la Prevención de Accidentes Laborales: Impact and Effectiveness of Industrial Safety Simulators in the Prevention of Workplace Accidents. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 5(1), 40-63. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i1.183>
- Barkokebas, R. D., Al-Hussein, M., & Li, X. (2023). Virtual Reality-Motion Capture-Based Ergonomic Risk Assessment of Workstation Designs of Construction Manufacturing Facilities. En S. Walbridge, M. Nik-Bakht, K. T. W. Ng, M. Shome, M. S. Alam, A. El Damatty, & G. Lovgrove, (eds.). *Proceedings of the Canadian Society of Civil Engineering Annual Conference 2021* (pp. 359-370). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0968-9_29
- Barkokebas, R. D., Ritter, C., Li, X., & Al-Hussein, M. (2020). Application of Virtual Reality to Perform Ergonomic Risk Assessment in Industrialized Construction: Experiment Design. *Construction Research Congress*, 405-413. <https://doi.org/10.1061/9780784482872.044>
- Cardenas Bocanegra, V., & Olarte Dussan, F. A. (2022). Entrenamiento en gestión del riesgo en realidad virtual: Diseño e implementación de un entorno de entrenamiento para la prevención y gestión del riesgo laboral basado en realidad virtual e interacción háptica. *EDUTECH REVIEW. International Education Technologies Review / Revista Internacional de Tecnologías Educativas*, 9(1), 31-44. <https://doi.org/10.37467/gkarevedutech.v9.3353>
- Castilla-Molina, E., Castilla-Molina, E. E., Ferrer-Añel, M., & Ovallos-Gazabon, D. (2022). Uso de la realidad virtual inmersiva para reducir el riesgo psicosocial en el contexto laboral. *Información Tecnológica*, 33(6), 1-10.
- Checa Cruz, D., Martinez, K., Osornio Rios, R. A., & Bustillo, A. (2021). Virtual reality opportunities in the reduction of occupational hazards in industry 4.0. *Dyna*, 96(6), 620-626. <https://doi.org/10.6036/10241>
- Chica Zambrano, J. J., Sánchez Mecias, M. R., & Anchaluisa Parra, L. M. (2024). Realidad Virtual como Recurso Educativo en la materia de Seguridad Ocupacional: Virtual Reality as an Educational Resource in the field of Occupational Safety. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 5(1), 28-39. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v5i1.182>
- Choi, M., Ahn, S., & Seo, J. (2020). VR-Based investigation of forklift operator situation awareness for preventing collision accidents. *Accident Analysis & Prevention*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105404>
- de-Juan-Ripoll, C., Soler-Domínguez, J. L., Guixeres, J., Contero, M., Álvarez Gutiérrez, N., & Alcañiz, M. (2018). Virtual Reality as a New Approach for Risk Taking Assessment. *Frontiers in Psychology*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02532>
- Derby, H., Conner, N. O., Hull, J. M., Hagan, F., Barfield, S., Stewart, T., Jones, J. A., Knight, A. C., & Chander, H. (2023). Effects of Acute Exposure to Virtually Generated Slip Hazards during Overground Walking. *Applied Sciences*, 13(23). <https://doi.org/10.3390/app132312848>
- Dias Barkokebas, R., & Li, X. (2023). VR-RET: A Virtual Reality-Based Approach for Real-Time Ergonomics Training on Industrialized Construction Tasks. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(10). <https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-13433>
- Du, W., Sepasgozar, S. M. E., & Romero, J. S. G. (2022). Measuring Virtual Reality (VR) Technology Application and Adoption in Chinese Construction Risk Management. *The 3rd Built Environment Research Forum*, 18. <https://doi.org/10.3390/environsciproc2021012018>

- Enhancing Safety in the Construction of Small Modular Reactors (SMRs) and Microreactors (MRs) through Improving Guidelines and Involving Digital Technology Tools. (2024). *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 14(2). <https://doi.org/10.32738/JE-PPM-2024-0015>
- Fernández, A., Muñoz-La Rivera, F., & Mora-Serrano, J. (2021). *Prevention of occupational risks in geotechnical drilling works through virtual reality training*. WIT. <https://doi.org/10.2495/SAFE210121>
- Hussain, R., Zaidi, S. F. A., Pedro, A., Lee, H., & Park, C. (2024). Exploring construction workers' attention and awareness in diverse virtual hazard scenarios to prevent struck-by accidents. *Safety Science*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106526>
- Ibarra Berrocal I., Ojados González D., Martin-Gorriz, B., Macian A., Salcedo G., Miguel, Beatriz. Realidad virtual inmersiva para la prevención de riesgos laborales. *ASTURIAS PREVENCIÓN Revista del Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales*, 31, 60-63.
- Jeelani, I., Albert, A., & Han, K. (2020). Improving Safety Performance in Construction Using Eye-Tracking, Visual Data Analytics, and Virtual Reality. *Construction Research Congress*, 395-404. <https://doi.org/10.1061/9780784482872.043>
- Jelonek, M., Fiala, E., Herrmann, T., Teizer, J., Embers, S., König, M., & Mathis, A. (2022). Evaluating Virtual Reality Simulations for Construction Safety Training: A User Study Exploring Learning Effects, Usability and User Experience. *I-Com*, 21(2), 269-281. <https://doi.org/10.1515/icom-2022-0006>
- Kim, N., Anderson, B. A., & Ahn, C. R. (2021). Reducing Risk Habituation to Struck-By Hazards in a Road Construction Environment Using Virtual Reality Behavioral Intervention. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(11). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002187](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002187)
- Kwegyir-Afful, E., Lindholm, M., Tilabi, S., Tajudeen, S., & Kantola, J. (2020). Optimizing Occupational Safety Through 3-D Simulation and Immersive Virtual Reality. En D. N. Cassenti, (ed.). *Advances in Human Factors and Simulation* (pp. 97-107). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20148-7_10
- Manghisi, V. M., Evangelista, A., Rossano, V., Giliberti, C., Mariconte, R., Diano, M., Galasso, V., & Uva, A. E. (2023). Immersive Virtual Reality as a Training Tool for Safety Working Procedure in Confined Spaces. En S. Gerbino, A. Lanzotti, M. Martorelli, R. Mirálbes Buil, C. Rizzi, & L. Roucoules, (eds.). *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing IV* (pp. 1340-1351). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15928-2_117
- Mora-Serrano, J., Muñoz-La Rivera, F., & Valero, I. (2021). Factors for the Automation of the Creation of Virtual Reality Experiences to Raise Awareness of Occupational Hazards on Construction Sites. *Electronics*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/electronics10111355>
- Naranjo Robalino, J. E., Lozada Martínez, E. C., & García Sánchez, M. V. (2024). Sistema de entrenamiento para la aplicación de sensores de nivel basado en realidad virtual. *Arandu UTIC*, 11(2), 2178-2193. <https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.403>
- Narazaki, Y., Hoskere, V., Chowdhary, G., & Spencer, B. F. (2022). Vision-based navigation planning for autonomous post-earthquake inspection of reinforced concrete railway viaducts using unmanned aerial vehicles. *Automation in Construction*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104214>

- Ntow, M. A. O., Sokro, E., Dogbe-Zungbey, O., & Bonsu, N. O. (2020). Psychosocial Risk Management and Psychological Attachment: Mediating Role of Job Satisfaction. En R. H. M. Goossens, & A. Murata, (eds.). *Advances in Social and Occupational Ergonomics* (pp. 393-402). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20145-6_39
- Pérez, D., Lagos, C., & Fernando Alarcón, L. (2022). Key Last Planner System Metrics to Assess Project Performance in High-Rise Building and Industrial Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(1). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002209](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002209)
- Pérez Rubio, M. T., González Ortiz, J. J., López Guardiola, P., Alcázar Artero, P. M., Soto Castellón, M. B., Ocampo Cervantes, A. B., & Pardo Ríos, M. (2023). Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria. Estudio comparativo. *RIE-D-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(2), 309-325. <https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36232>
- Quirama Estrada, U., Sastoque Zapata, J. A., & Arboleda Jaramillo, C. A. (2022). Valoración cuantitativa de riesgos para proyectos de inversión. *Administración & Desarrollo*, 52(1), 20-34. <https://doi.org/10.22431/25005227.vol52n1.2>
- Rojas-Cazaluade, O., Barraza-Osorio, M., Heredia-Rojas, B., & Huidobro-Arabia, J. (2023). Un modelo de gestión de riesgos aplicado a proyectos de movimiento de tierras. *Revista Tecnología en Marcha*, 36(7), 96-117. <https://doi.org/10.18845/tm.v36i7.6863>
- Salgado, D., & Awad, G. (2022). Metodología para el análisis estratégico cuantitativo en proyectos a partir del análisis de riesgos. *Estudios Gerenciales*, 38(165), 424-435. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2022.165.5198>
- Sreenivasaraja, N., Velmurugan, G., L., S. G., & V., M. (2023). *Innovative Method for Accident Prevention in Construction Sites with Virtual Reality Analysis*. 3rd International Conference on Pervasive Computing and Social Networking (ICPCSN). <https://doi.org/10.1109/ICPCSN58827.2023.00141>
- Steenbergen, R. D. J. M. (Ed.). (2014). *Safety, reliability and risk analysis: Beyond the horizon: proceedings of the European Safety and Reliability Conference, Esrel 2013, Amsterdam, The Netherlands, 29 September - 2 October 2013*. CRC Press.
- Tang, P., Grau, D., El Asmar, M., Arizona State University, Construction Research Council, & Construction Institute. (2020). *Construction Research Congress 2020: Selected papers from the Construction Research Congress 2020: Tempe, Arizona, USA, 8-10 March 2020*. Curran Associates, Inc.
- Tender, M., Couto, J. P., Fuller, P., Demian, P., Chow, V., Vaughan, A., Silva, F., & Santos, R. (2024). Using virtual reality for occupational safety and health in a UK tunnelling megaproject. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Management, Procurement and Law*, 177(4), 232-239. <https://doi.org/10.1680/jmapl.23.00109>
- Tompa, E., Mofidi, A., Van Den Heuvel, S., Van Bree, T., Michaelsen, F., Jung, Y., Porsch, L., & Van Emmerik, M. (2021). Economic burden of work injuries and diseases: A framework and application in five European Union countries. *BMC Public Health*, 21(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-10050-7>

- Torrecilla-García, J. A., Del Carmen Pardo-Ferreira, M., Martínez-Rojas, M., & Rubio-Romero, J. C. (2019). The Virtual Reality in Olive Oil Industry Occupational Health and Safety: An Integrative Review. En P. M. Arezes, J. S. Baptista, M. P. Barroso, P. Carneiro, P. Cordeiro, N. Costa, R. B. Melo, A. S. Miguel, & G. Perestrelo, (eds.). *Occupational and Environmental Safety and Health* (pp. 797-805). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14730-3_84
- Valarezo-Guzmán, G. E., Sánchez-Castro, X. E., Bermúdez-Gallegos, C., & García-Alay, R. (2023). Simulación y realidad virtual aplicadas a la educación. *RECIMUNDO*, 7(1), 432-444. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(1\).enero.2023.432-444](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(1).enero.2023.432-444)
- Vatankhah Barenji, A., Garcia, J. E., & Montreuil, B. (2024). A Modular XR Collaborative Platform for Occupational Safety and Health Training: A Case Study in Circular Logistics Facilities. *Information*, 15(9), 570. <https://doi.org/10.3390/info15090570>
- Villalobos López, J. A. (2024). Marco teórico de realidad aumentada, realidad virtual e inteligencia artificial: Usos en educación y otras actividades. *Emerging Trends in Education*, 6(12), 1-17. <https://doi.org/10.19136/etie.a6n12.5695>
- Wahlqvist, J., Ronchi, E., Gwynne, S. M. V., Kinateder, M., Rein, G., Mitchell, H., Bénichou, N., Ma, C., Kimball, A., & Kuligowski, E. (2021). The simulation of wildland-urban interface fire evacuation: The WUI-NITY platform. *Safety Science*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.105145>

Autores

Edgar Esteban Bermeo- Valdivieso. Maestrante en el programa de Maestría en Administración de Empresas con mención en Dirección y Gestión de Proyectos.

Guido Olivier Erazo- Alvarez. Docente de la Maestría en Administración de Empresas con mención en Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Católica de Cuenca.

Daniel Andrade- Pesantez. Docente tutor, de la Maestría en Administración de Empresas con mención en Dirección y Gestión de Proyectos de la Universidad Católica de Cuenca.

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.