



Análisis de la aplicabilidad práctica de la Tic's para la gestión de seguridad y salud
en el trabajo.

Karla Alejandra Ortiz Olivera

Viviana Carolina Bueno Romero

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Tolima y Magdalena Medio

Sede Ibagué (Tolima)

Programa Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo

julio de 2024

Análisis de la aplicabilidad práctica de la Tic's para la gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Karla Alejandra Ortiz Olivera

Viviana Carolina Bueno Romero

Monografía presentado como requisito para optar al título de Administrador en Seguridad y Salud en el Trabajo.

Asesor(a)

Diego Fernando Lotero Vasquez

Prof. Salud Ocupacional; Mg Administración de Recursos Humanos.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Vicerrectoría Regional Tolima y Magdalena Medio

Sede Ibagué (Tolima)

Programa Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo

julio de 2024

Dedicatoria

A la mujer que más admiro, mi mamá, Milena Olivera, por apoyarme desde el día numero uno en mi proceso académico; a mi hermana, Karen Ortiz, por su compañía y cariño; y a mi tía, Migdonia Olivera, por creer en mis capacidades (Karla Ortiz, 2024).

A mi querida mamá, Ana Lucia Romero Valero, por enseñarme la verdadera esencia de la resiliencia y su amor constante (Viviana Bueno, 2024).

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por su guía y fortaleza durante este proceso. Expresamos nuestra gratitud a la Universidad; al tutor Diego Lotero, por su dedicación, tiempo y esfuerzo invaluable en apoyarnos y guiarnos en cada etapa; a los docentes que contribuyeron en nuestro proceso de formación; a nuestros padres y hermanos, por su amor y apoyo incondicional; por último, a Albújar et al, (2022) y demás referentes, cuyos trabajos fueron fundamentales para la elaboración de nuestra monografía.

Tabla de contenido

1	Resumen	7
2	Introducción.....	9
3	Planteamiento del Problema	11
3.1	Árbol de problemas	11
3.2	Formulación del problema.....	11
3.3	Pregunta de investigación.....	13
4	Objetivos.....	13
4.1	Objetivo General.....	13
4.2	Objetivos Específicos	13
5	Justificación	14
6	Marco de referencia	15
6.1	Antecedentes.....	15
6.2	Marco Teórico.....	17
6.2.1	Tecnologías de la información y de la comunicación (Tic's).....	17
6.2.2	Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo (SST)	30
6.2.3	Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo desde la ISO 45001.....	39
7	Diseño Metodológico de la revisión documental	44
7.1.1	Criterios de inclusión.....	44

7.1.2	Criterios de exclusión	45
7.2	Estrategias de Búsqueda	45
7.3	Consideraciones éticas.....	46
7.4	Cronograma	47
8	Análisis de la información.....	48
8.1	Análisis DOFA sobre la aplicabilidad Tics en la SST.....	48
8.1.1	Los factores internos.....	53
8.1.2	Los factores externos	73
8.2	Contexto general de la aplicabilidad Tic's en la SST	78
8.2.1	Etapa de Planear	80
8.2.2	Etapa Hacer.....	84
8.2.3	Etapa Verificar	87
8.2.4	Etapa Ajustar	89
8.3	Retos de la aplicabilidad de las Tic's en la SST	92
9	Conclusiones.....	96
10	Referencias	97

Lista de Tablas

Tabla 1. Plan de trabajo.....	47
Tabla 2. Tic's para la etapa del planear.....	82
Tabla 3. Tic's para la etapa del hacer.....	85
Tabla 4. Tic's para la etapa del verificar.....	88
Tabla 5. Tic's para la etapa del ajustar.....	91
Tabla 6. Retos actores interesados.....	92

Lista de Figuras

Figura 1. Árbol de problemas.....	11
Figura 2. Herramientas Tic's.....	18
Figura 3. Medicina preventiva y del trabajo.....	32
Figura 4. Higiene y seguridad industrial.....	35
Figura 5. Componente normativo de la SST.....	37
Figura 6. Componentes clave y acciones específicas del ciclo PHVA.....	41
Figura 7. Mapa de proceso.....	78

1 Resumen

La presente monografía tiene como objetivo analizar la aplicabilidad práctica de las Tic's para la gestión de la SST, enmarcado en un enfoque cualitativo y descriptivo; este enfoque cualitativo permite una perspectiva documental, mientras que el descriptivo es fundamental para comprender a fondo la naturaleza del fenómeno y obtener resultados confiables, proporcionando una base firme para el análisis.

La recolección de datos se realiza mediante búsquedas en internet y bases de datos académicas sobre Tic's y SST, utilizando una matriz de análisis y síntesis para extraer información detallada de los documentos; este proceso se complementa con un rastreo de herramientas Tic's disponibles en la web, consolidando la información para el estudio y contextualizando su aplicabilidad práctica según la ISO 45001.

En este contexto, los resultados indican que la aplicabilidad práctica de las TIC en la gestión de la SST mejora la eficiencia y efectividad en la gestión de riesgos laborales; integradas en el ciclo PHVA, permiten una evaluación precisa de riesgos, optimizan las medidas preventivas, facilitan el monitoreo en tiempo real y mejoran la toma de decisiones y ajustes continuos basados en datos precisos.

En conclusión, las Tic's en la gestión de la SST automatizan la recolección y análisis de datos, optimizan el seguimiento en tiempo real e identifican interacciones entre factores de riesgo y salud laboral; sin embargo, es necesario darles un uso adecuado a herramientas como la IA para análisis predictivo y la realidad virtual para la capacitación, entre otras, para evitar incidentes. Finalmente, a pesar de mejorar la seguridad, también se

enfrentan desafíos como la resistencia al cambio, la necesidad de capacitación continua y la integración con sistemas existentes.

Palabras clave: Tic's, SG-SST, Ciclo PHVA, Optimizar procesos, Gestión de riesgos.

2 Introducción

La gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (SST) es crucial para la calidad de vida laboral y la eficacia organizacional; al respecto, según las tendencias actuales de las tecnologías de la información y comunicación (Tic's), se ha observado como estas proporcionan beneficios a las empresas que lo utilizan y mejoran significativamente cada proceso relacionado con la SST, por eso, se considera que la falta de aplicación práctica de estas puede generar efectos contrarios al no apoyarlo, para evitar el aumento de la incidencia en la materialización de accidentes laborales, entre otras.

Es importante comprender que los trabajadores pueden verse afectados por enfermedades laborales, así como por factores personales como lo son la edad, el sexo o el rol que asume, y la condición de salud; por lo que, al apoyarnos de las Tic's se pueden adaptar las estrategias preventivas y sanitarias a los requerimientos específicos de cada trabajador, mejorando su bienestar y reduciendo la aparición de enfermedades laborales.

Por consiguiente, herramientas como software de gestión, dispositivos portátiles de seguimiento de la salud y las aplicaciones de inteligencia artificial (IA), son ejemplos de cómo las Tic's pueden adaptarse a las características de los empleados para brindar una atención más precisa y eficiente; además, las plataformas de colaboración, las aplicaciones móviles y la mensajería instantánea facilitan la comunicación y colaboración efectiva entre los empleados y los responsables de SST, mejorando así la reacción ante incidentes y adopción de medidas preventivas.

En cuanto a los factores que conducen a enfermedades y accidentes en el entorno laboral, las Tic's pueden identificar y monitorear mejor estos factores a través de

mediciones ambientales por medio de sensores y dispositivos IoT, así como el uso de aplicaciones de inteligencia artificial para analizar y predecir riesgos; de modo que, en el caso de la capacitación de los trabajadores también se pueden usar simuladores como la realidad virtual y aumentada, los cuales pueden contribuir para prevenir accidentes al permitirles practicar en un entorno controlado.

En particular, es necesario mencionar que el entorno controlado incluye factores externos que influyen en la interacción entre trabajadores y sujetos de riesgo; sin embargo, algunas herramientas que las Tic's proporcionan, pueden mejorar la gestión ambiental, como sistemas de ventilación inteligentes, seguimiento de la calidad del aire y plataformas de gestión de riesgos, al igual que la supervisión y manejo de riesgos ambientales, garantizando seguridad y el bienestar en el lugar de trabajo.

En síntesis, las empresas que no utilizan estas tecnologías o que están desactualizadas, podrían verse en desventaja al no poder optimizar la gestión de la SST en los distintos entornos de trabajo; en ese orden de ideas, el presente estudio se desarrolla a partir de un análisis DOFA sobre la aplicación práctica de las Tic's en la gestión de la SST, el cual incluye un análisis detallado de los factores internos y externos, la contextualización general de esta aplicabilidad desde cada etapa del ciclo PHVA, que también está ilustrado en un mapa de procesos y por supuesto los distintos retos que se plantean desde cada actor involucrado.

3 Planteamiento del Problema

3.1 Árbol de problemas

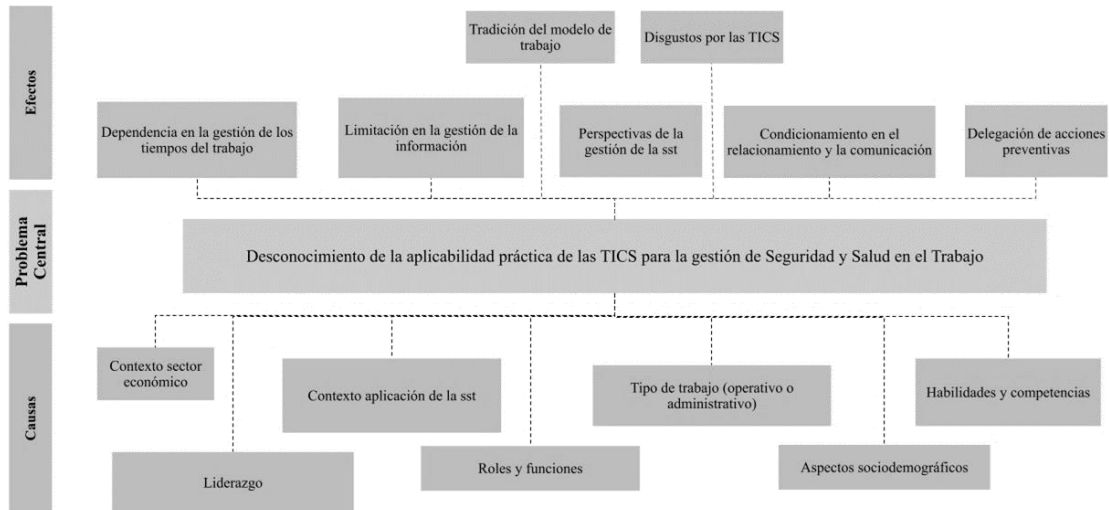


Figura 1. Árbol de problemas.

3.2 Formulación del problema

En el ámbito laboral, se ha observado una falta de comprensión sobre cómo aplicar de manera práctica las Tic's en la gestión de la SST, esta situación impacta directamente a los profesionales de SST, limitando la efectividad de sus labores preventivas y de gestión, así como la exposición en los trabajadores en situaciones como accidentes o afecciones en la salud.

Investigaciones previas, como el estudio desarrollado por González & Lotero (2024), señalan que la rápida evolución de las Tic's dificulta la actualización de los profesionales; además, la falta de formación específica y continua en el uso de estas tecnologías contribuye al desconocimiento, considerando que la educación en Tic's para

SST no siempre está integrada en los planes de estudios tradicionales, lo que deja a muchos profesionales sin la preparación necesaria para aplicarlas eficazmente (González & Lotero, 2024).

Las causas subyacentes de esta problemática destacan que el uso de las Tic's se requieren en el contexto del sector económico en el que se encuentre, condicionando la aplicación práctica de la SST, sea por un trabajo operativo o administrativo, aspectos sociodemográficos de los profesionales, o limitaciones en la conectividad; por otro lado, es importante reconocer aspectos asociados con el liderazgo, roles, funciones, habilidades y competencias Tic's que permitan la aplicabilidad contribuyendo a la solución del problema (Másmela et al, 2021; Carneiro et al, 2021).

A pesar de los esfuerzos previos, aún no se ha encontrado una solución efectiva y sostenible para abordar este problema, en una conceptualización más amplia se puede considerar como la condición resultante de la falta de habilidad individual y organizacional, para adaptarse a las nuevas tecnologías (Argote, 2020); donde la existencia de una patología llamada tecnoestrés afecta directamente al uso de la tecnología en el trabajo, con un impacto negativo en actitudes, pensamientos, comportamientos y fisiología corporal (Argote, 2020).

Ante esta situación, surge la urgencia de investigar las causas y consecuencias del desconocimiento de la aplicabilidad práctica de las Tic's para la gestión de la SST, y explorar posibles soluciones y enfoques que puedan contribuir a su resolución; la comprensión de las dinámicas subyacentes y la identificación de estrategias efectivas podrían influir considerablemente en el aumento de bienestar de los empleados y la eficiencia de las organizaciones. Esta investigación también podría llenar las lagunas

identificadas en investigaciones anteriores y proporcionar un fundamento sólido para futuras intervenciones.

En resumen, el propósito de esta investigación es abordar el desconocimiento de la aplicabilidad práctica de las Tic's para la gestión de la SST, mediante un análisis riguroso respaldado por datos y apoyado por investigaciones anteriores; se estima que los hallazgos de esta investigación conduzcan a recomendaciones concretas y accionables para abordar el desconocimiento de la aplicabilidad práctica de las Tic's para la gestión de la SST de manera efectiva y sostenible, en beneficio de los profesionales de SST y la comunidad laboral en general.

3.3 Pregunta de investigación

¿Cómo se da la aplicabilidad práctica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para gestión de la seguridad y salud en el trabajo?

4 Objetivos

4.1 Objetivo General

Analizar la aplicabilidad práctica de las Tic's para la gestión de seguridad y salud en el trabajo.

4.2 Objetivos Específicos

- Reconocer los elementos de la gestión de seguridad y salud en el trabajo con aplicabilidad en las Tic's.
- Caracterizar las herramientas Tic's con aplicabilidad práctica en la gestión de seguridad y salud en el trabajo.

5 Justificación

La monografía se enfoca en la investigación sobre la aplicabilidad práctica de las Tic's en la gestión de la SST, importantes por varias razones. En relación con lo laboral, la aplicación práctica de las Tic's en la gestión de la SST es esencial para optimizar las circunstancias laborales y disminuir la incidencia de eventos accidentales y enfermedades laborales. Para ello, la norma ISO 45001, apoya en proporcionar un marco internacional para la gestión de SST, y las Tic's pueden jugar un rol crucial en la mejora de estos procesos.

Esta investigación busca proporcionar evidencia y estrategias que permitan a las empresas integrar herramientas tecnológicas para identificar y mitigar riesgos de manera más eficiente, promoviendo un entorno de trabajo más seguro y sano para sus colaboradores además de la optimización de los procesos de producción.

En cuanto al ámbito social, las condiciones físicas, la salud mental y la protección de los trabajadores, estos son vitales para el bienestar general, por lo que la adopción de herramientas avanzadas en la gestión de SST protege a la comunidad trabajadora y también fomenta un entorno laboral más equitativo y justo; además, esta investigación contribuye a sensibilizar y educar a las partes interesadas sobre los beneficios de las Tic's en SST, promoviendo una cultura de SST más inclusiva y dinámica.

Ahora, en cuanto a términos tecnológicos, esta investigación monográfica, enfatiza la relevancia de la innovación y la actualización continua en el uso de Tic's para la gestión de SST, donde las tecnologías en ascenso como la IA, el Internet, entre otros, y la realidad virtual y aumentada ofrecen nuevas oportunidades para mejorar la eficacia de las prácticas

de SST. La evaluación y demostración de la aplicabilidad práctica de estas tecnologías puede acelerar su adopción en el sector laboral, facilitando una gestión más efectiva y predictiva de los riesgos, por lo que esta investigación puede impulsar avances tecnológicos significativos y su integración en la gestión de SST.

6 Marco de referencia

6.1 Antecedentes

Londoño et al, (2023) realizaron un estudio cualitativo documental para analizar el impacto de la implementación del SG-SST en las empresas mediante el uso de software para medir riesgos y peligros; en su investigación encontraron que las empresas enfrentan una estigmatización relacionada con la falta de información, los costos y la falta de habilidades en los profesionales para operar estas herramientas como alternativa garantizada para cumplir la SST.

Albújar et al, (2022) llevaron a cabo un estudio cualitativo de tipo revisión sistemática para evaluar el uso de plataformas digitales en el SG-SST, pues según su investigación, estas herramientas mejoran el desempeño del SG-SST al facilitar la administración de datos y la toma de decisiones preventivas; aunque aún no existe un integrador estándar, la digitalización permite obtener información de manera rápida, lo que favorece la toma de acciones correctivas para la mejora continua del SG-SST.

Así mismo, Másmela et al, (2021) hicieron un estudio cualitativo de análisis documental para desarrollar un aplicativo web para la gestión del SG-SST basado en la Resolución 0312 de 2019; a través de una revisión sistemática de la literatura existente, identifican que las herramientas audiovisuales y tecnológicas optimizan los procesos,

mejoran la trazabilidad y permiten un manejo más ágil de medidas y eficiente de los indicadores de calidad y correctivas en tiempo real.

Alvarado et al, (2022) hicieron un análisis cualitativo para diseñar una aplicación móvil, "SG-SST-APP", para la gestión del SG-SST, ya que este estudio evaluó las necesidades de una compañía de entretenimiento y las posibles alternativas para la prevención de riesgos laborales, donde la aplicación propuesta busca mejorar la comunicación, optimizar procesos, y fomentar la cultura de prevención a través del aprendizaje; la metodología incluyó la identificación de requisitos, diseño del prototipo, desarrollo de manuales, pruebas funcionales, y gestión del cambio mediante capacitación.

Por otra parte, Cárdenas & Delgado (2020) realizaron un estudio cuantitativo para analizar la viabilidad de implementar una herramienta Tic's para mejorar la gestión de actividades en el SG-SST; en su investigación, se identificó que la organización de tareas y el cumplimiento de metas son aspectos críticos para el éxito del SG-SST, sin embargo, encontraron que las empresas enfrentan desafíos significativos, como la falta de planificación adecuada, la sobrecarga de trabajo y el olvido de tareas importantes, lo que dificulta la adopción efectiva del sistema.

Además, se evidenció que, aunque algunos ejecutivos utilizan herramientas personales para recordar funciones, estas no se han incorporado ampliamente como aplicaciones gerenciales en el SG-SST; la propuesta de los autores incluye el diseño de una herramienta Tic's que sirva como recordatorio para la ejecución de tareas, destacando su viabilidad y la necesidad de adaptar las tecnologías a los procesos administrativos y operativos de las empresas.

Por último, Aguilera et, (2022) efectuó un estudio mixto, exploratorio y descriptivo, aplicando el método hipotético-deductivo para desarrollar una herramienta tecnológica que facilite a la PYME EVOLQUIM LTDA, gestionar sus requisitos legales en el SG-SST; El objetivo es proponer una solución tecnológica para la identificación y cumplimiento de normativas legales, donde se concluyó que la herramienta permite un ahorro significativo, cumpliendo con la normativa y fortaleciendo los procesos internos de la empresa.

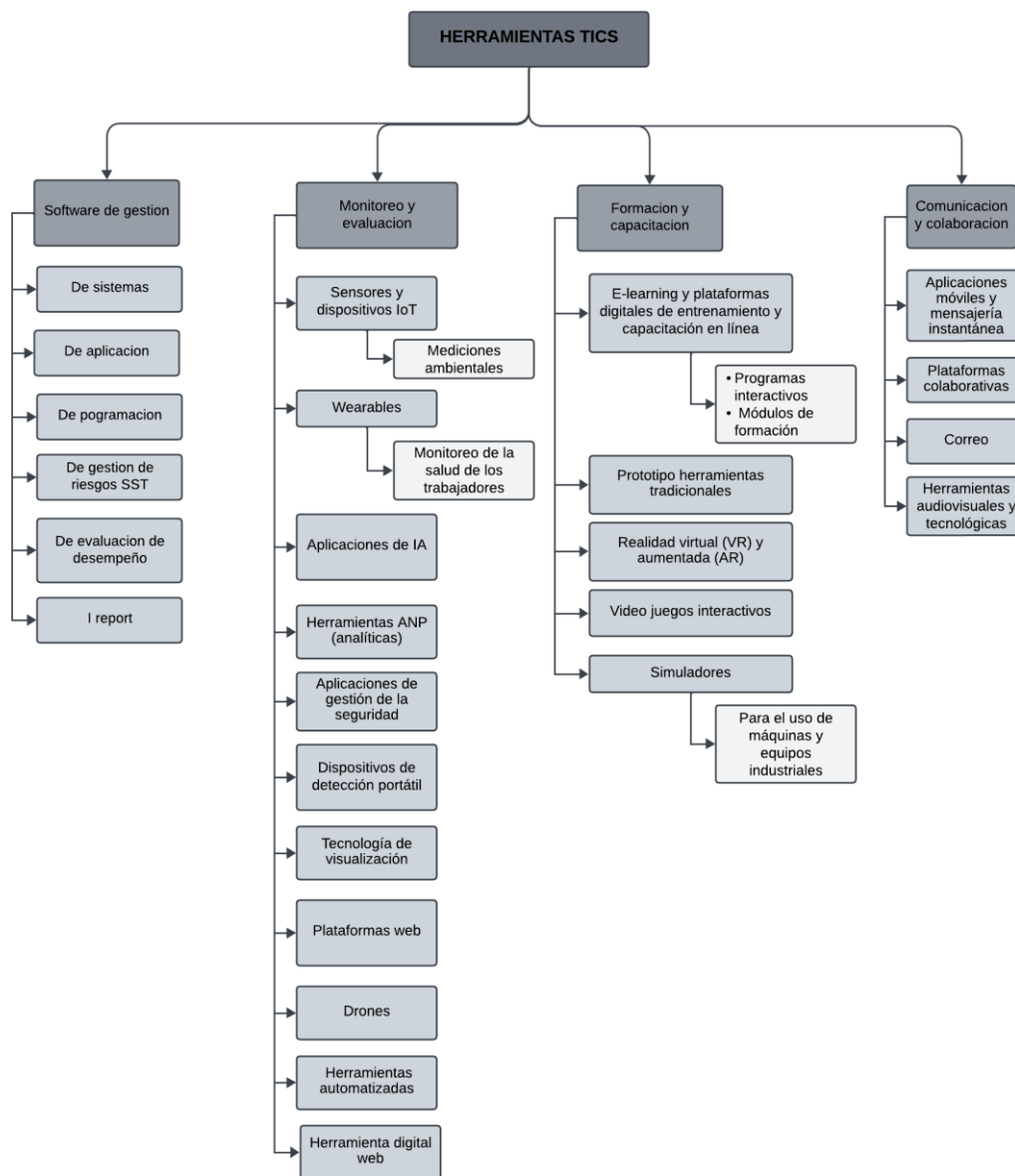
6.2 Marco Teórico

6.2.1 Tecnologías de la información y de la comunicación (Tic's)

Las Tic's han transformado la vida cotidiana, profesional y educativa, según Arbeláez (2014), señala que en el contexto de la investigación científica, las Tic's se han convertido en herramientas cruciales para gestionar y colaborar, facilitando el acceso a una variedad de recursos y mejorando la eficiencia en frente a la recopilación y análisis de datos; su relevancia en la sociedad moderna es indiscutible, ya que facilitan la obtención de información y el manejo de datos, la comunicación, la educación, la gestión empresarial y diversos aspectos de la vida personal y laboral.

Las Tic's han facilitado la automatización de los procesos, contribuyendo a una mejor eficacia y rendimiento de los procesos en las empresas; es por lo anterior, que mediante la integración y el uso coordinado de diferentes tecnologías se puede lograr un entorno laboral seguro y eficiente; algunas de las formas en que funcionan son las expresadas en la siguiente figura:

Figura 2. Herramientas Tic's



Por otra parte, los sistemas de información, como los softwares de gestión y las herramientas de análisis de datos permiten la que la toma de decisiones sea más informada, efectiva y eficiente; con respecto a los softwares de gestión, son una categoría amplia que incluye aplicaciones diseñadas para facilitar a las organizaciones la gestión de sus operaciones diarias, planificación de recursos y administración de proyectos.

Los distintos tipos de **software de gestión**, contenidos en la categoría de software de aplicación, permiten la administración completa de una empresa, abarcando desde contabilidad y facturación hasta la gestión de nóminas e impuestos; específicamente destacan los sistemas contables y facturación hasta nóminas e impuestos, así como los programas de gestión contable, facturación, nóminas, software fiscal, ERP, entre otras, pues estas herramientas agilizan procesos, evitan errores, automatizan tareas y mejoran la productividad global del negocio (WOLTERS KLUWER TAA, 2022).

En el ámbito de la SST, este software ayuda en la planeación y seguimiento de métodos de seguridad, gestión de recursos y personal, asegurando la disponibilidad a equipos de protección apropiados y mejorando la comunicación entre departamentos, lo que reduce el riesgo de accidentes; ejemplos de estas plataformas son sistemas como SafetyCulture, que gestiona auditorías y controles de seguridad en tiempo real, centralizando datos para un análisis eficiente (Castro, 2022).

Por otra parte, **los softwares de sistemas** incluyen programas que gestionan y controlan los componentes del hardware del ordenador y proporcionan servicios para otras aplicaciones, como sistemas operativos y controladores de dispositivos; contribuyendo a la SST asegurando que los sistemas críticos funcionen de manera eficiente y sin fallos, minimizando interrupciones que podrían causar situaciones inseguras (WOLTERS KLUWER TAA, 2022).

Además, los sistemas operativos modernos incluyen funciones de seguridad que protegen contra programas malignos y accesos no autorizados, asegurando la integridad de los datos relacionados con SST; por ejemplo, los sistemas operativos pueden soportar

dispositivos IoT que monitorean condiciones ambientales y de seguridad en tiempo real (Contreras et al, 2024).

Los **softwares de aplicación** son programas diseñados para ayudar a los usuarios a realizar tareas específicas como procesamiento de textos, hojas de cálculo y gestión de bases de datos (WOLTERS KLUWER TAA, 2022).

En términos de SST, este software proporciona herramientas para documentar, analizar y reportar incidentes de seguridad, facilita la elaboración de reportes e interpretación de datos de SST, y puede incluir herramientas de simulación y modelado para evaluar riesgos potenciales, ayudando a identificar áreas de mejora; asimismo, las aplicaciones móviles permiten a los empleados reportar riesgos y accidentes directamente desde sus dispositivos móviles, mejorando la eficiencia en la gestión de riesgos (Pechené et al, 2023).

El **software de programación** incluye compiladores, intérpretes, editores de código y entornos de desarrollo integrados (IDE) que permiten a los desarrolladores escribir y depurar código (WOLTERS KLUWER TAA, 2022).

Este tipo de software es crucial para la SST ya que permite el desarrollo de aplicaciones personalizadas de SST, adaptadas a las necesidades específicas de una organización, facilita la automatización de tareas rutinarias de SST reduciendo errores humanos, y se puede utilizar para desarrollar simulaciones y análisis predictivos que ayudan a prever y prevenir riesgos (Albújar et al, 2022).

Según lo anterior, el uso de **softwares de gestión**, sistemas, de aplicación y programación contribuye significativamente a la gestión de la SST; haciendo uso de todo

esto mediante los softwares específicos en la Gestión de Riesgos SST contribuyen en el impacto positivo, respecto al diseño para detectar, evaluar y administrar riesgos relacionados con la SST.

El Software de Gestión de Riesgos SST, proporciona una plataforma centralizada para registrar y analizar riesgos laborales, ayuda a implementar medidas preventivas y correctivas de manera sistemática, facilita se cumplan las normativas y la estandarización de la seguridad, permitiendo además la realización de auditorías y seguimientos continuos para asegurar la eficacia de las medidas de SST.

En cuanto a los **softwares de evaluación de desempeño** ayuda a las organizaciones a evaluar el rendimiento de sus empleados de manera sistemática y objetiva; en el ámbito de la SST, este software evalúa el cumplimiento de los procedimientos de seguridad por parte del personal, identifica áreas donde los empleados necesitan capacitación adicional en SST, y motiva a los empleados a seguir prácticas seguras al vincular el desempeño en seguridad con evaluaciones y recompensas.

Además, evalúa el grado de conformidad con los requisitos legales y voluntarios que las empresas han adoptado, igualmente, facilita la identificación de riesgos y oportunidades, la evaluación de riesgos, y promueve la prevención de accidentes laborales y el fomento de una cultura de seguridad; esta evaluación se realiza a través de procesos de seguimiento, medición, análisis y evaluación, así como auditorías internas y revisiones del sistema por parte de la dirección (Albújar et al, 2022).

Asimismo, el **monitoreo y evaluación** como modelo Tic's aporta significativamente a la SST, como se mencionó anteriormente, mediante la utilización de sensores y dispositivos IoT para medir variables ambientales, wearables para monitorear la salud de

los trabajadores, y aplicaciones de IA que analizan datos en tiempo real; estas herramientas permiten una gestión proactiva de riesgos, identificación rápida de problemas y una toma de decisiones informada, optimizando así la eficiencia y seguridad en el entorno laboral.

Respecto a **los sensores y dispositivos IoT** (Mediciones ambientales) permiten la monitorización en tiempo real de factores ambientales como los son temperatura, humedad y condiciones del aire en el entorno laboral; estos dispositivos envían datos a plataformas centralizadas donde se pueden monitorear y analizar para detectar condiciones peligrosas y tomar medidas preventivas (Contreras et al, 2024).

Por otra parte, **los Wearables** (Monitoreo de la salud de los trabajadores) son dispositivos portátiles que monitorean la salud y el bienestar de los colaboradores; pueden registrar datos como la frecuencia cardíaca, el nivel de actividad física y otros indicadores de salud, ayudando a identificar condiciones de riesgo y promoviendo un ambiente laboral más seguro (Moreno, 2024).

En cuanto a **las Aplicaciones de IA** (inteligencia artificial) analizan grandes cantidades de datos de SST para identificar patrones y predecir posibles incidentes; estas herramientas pueden automatizar la detección de riesgos y sugerir medidas correctivas, mejorando la efectividad y la exactitud en la gestión de la seguridad, previniendo de esta forma la materialización de accidentes laborales dentro de las empresas.

La inteligencia artificial puede detectar situaciones de riesgo y comportamientos inapropiados entre los trabajadores mediante la recopilación y el análisis automatizado de datos; esto ayuda a mejorar la seguridad en el lugar de trabajo al prever accidentes

potenciales y proporcionar una mayor protección, utilizando tecnologías avanzadas (Vallejo et al, 2022).

También, las **Herramientas ANP (analíticas)** Esta juegan un papel esencial en la evaluación y gestión de la SST, ya que son herramientas que se utilizan para analizar múltiples variables y relaciones complejas dentro del SG-SST, facilitando la toma de decisiones informadas; a través del uso de metodologías como ANP, se pueden identificar y priorizar riesgos, evaluar el impacto de diferentes factores y desarrollar estrategias de mitigación más efectivas (Albújar et al, 2022).

Por otra parte, las **Herramientas automatizadas**, facilitan la recopilación, análisis y reporte de datos de SST, automatizan tareas repetitivas y posibilitan una administración más eficaz de los programas de seguridad, asegurando que se cumplan todas las normativas y procedimientos de seguridad; además, se enfocan en la digitalización de procesos dentro de la gestión de SST, pues estas herramientas utilizan dispositivos móviles, tabletas y teléfonos de última generación para la recolección de datos en tiempo real, asegurando la trazabilidad y eficiencia en la documentación.

La implementación de herramientas como EzForms facilita la captura y el procesamiento inmediato de información, lo que mejora la supervisión y permite una respuesta rápida ante incidentes o accidentes; además, la centralización de datos en bases de datos automatizadas, utilizando herramientas como Data Studio, permite el procesamiento y la presentación de gráficos estadísticos en tiempo real, cumpliendo con los estándares de gestión de la ISO 45001:2018 (Salas, 2022).

Con respecto a **las Herramienta digital web**, permiten el acceso y gestión de información de SST desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, así como la

cooperación y el intercambio de información entre los diferentes actores involucrados en la gestión de la seguridad; la digitalización de la SST no solo optimiza la recolección y procesamiento de datos, sino que también transforma la supervisión y seguimiento de la prevención.

La implementación de herramientas digitales web, como el almacenamiento en la nube y el uso de Data Studio para la programación de gráficos estadísticos, permite una integración ágil de la información y una presentación inmediata de informes; estas tecnologías facilitan una intervención proactiva, anticipándose a posibles accidentes mediante el análisis de tendencias y detección de áreas de mejora, además de las enfermedades mediante la implementación de programas de vigilancia epidemiológica (Barona et al, 2022).

En cuanto a las **Aplicaciones de gestión de la seguridad** estas aplicaciones están diseñadas específicamente para gestionar aquellos aspectos de la seguridad laboral; incluyen módulos para identificar riesgos, seguimiento de incidentes, auditorías y cumplimiento normativo, como los creados para implementar sistemas de gestión según los estándares establecidos en la normatividad vigente.

La importancia de la innovación en la SST se destaca como una base para la transformación y el desarrollo organizacional, facilitando la implementación de mecanismos digitales que mejoren la calidad de los procesos (Másmela et al, 2021).

En lo que respecta a los **Dispositivos de detección portátil**, son útiles como detectores de gas y medidores de ruido, permiten a los trabajadores identificar riesgos ambientales en tiempo real; estos dispositivos son cruciales para la identificación temprana de condiciones peligrosas y la aplicación de medidas de mitigación.

Adicionalmente, la implementación de estos dispositivos ofrece varias ventajas, ya que permiten una captura de información eficiente y práctica, comparable o incluso más sencilla que el uso de un smartphone, los cuales proveen resultados inmediatos y aseguran la trazabilidad en la documentación existente; esto incluye herramientas táctiles como móviles, tabletas y teléfonos móviles de quinta generación (Albújar et al, 2022).

Por otro lado, la **Tecnología de visualización** como las pantallas interactivas y las herramientas de realidad aumentada, mejoran la comprensión y el análisis de datos de SST; permiten una visualización clara y detallada sobre los riesgos y las precauciones de seguridad, facilitando la toma de decisiones informadas.

La realidad virtual o tecnología de visualización posibilita generar simulaciones de operaciones reales, que sirven como capacitación para los empleados; mediante datos, dimensiones y mapas, los trabajadores pueden acceder a toda la información requerida; esto se traduce en una mejora del desempeño humano al operar dentro de la organización (Albújar et al, 2022).

Estas herramientas utilizan módulos en inglés y español, e incluye identificación de equipos de protección personal y elementos mineros en 3D; la herramienta emplea además dispositivos móviles para interacción bi y tridimensional, simulando el entorno real con imágenes virtuales (Sandoval et al, 2019).

En relación con la **formación y capacitación mediante Tic's**, están revolucionando la manera en que se prepara a los trabajadores en la SST; utilizando herramientas audiovisuales, plataformas de aprendizaje en línea y simuladores virtuales, las organizaciones pueden ofrecer programas educativos efectivos y accesibles que promueven prácticas seguras y actualizaciones continuas en los protocolos de seguridad.

Así pues, **el E-learning y plataformas digitales de entrenamiento y capacitación en línea (Programas interactivos y módulos de formación)**, se define como el empleo de tecnologías de internet para proporcionar una variedad extensa de soluciones educativas que enriquecen el aprendizaje y rendimiento; este modelo de formación se basa en trabajar en red, facilitando la información a través de herramientas tecnológicas y promoviendo una visión más amplia del aprendizaje.

Las características del E-learning incluyen la flexibilidad para adaptar el ritmo de aprendizaje a cada usuario, el acceso a la educación desde cualquier lugar, y la integración de recursos multimediales y medios de comunicación sincrónicos y asincrónicos para potenciar el proceso educativo.

Las principales ventajas del E-learning son su flexibilidad y accesibilidad, permitiendo a los estudiantes seguir su propio ritmo y acceder a la educación sin restricciones geográficas; además, las plataformas digitales como Moodle juegan un papel crucial en la gestión y distribución de contenidos educativos, facilitando la comunicación y la interacción en el proceso de capacitación en línea (Garzón et al, 2021).

Por otro lado, **el Prototipo herramientas tradicionales (TT)**, se basa en enfoques de capacitación con técnicas tradicionales, como la demostración de videos, folletos basados en texto, instrucción en computadoras y sesiones de conferencias (Albújar et al, 2022).

Según lo mencionado anteriormente, **la Realidad virtual (VR) y aumentada (AR)**, están transformando la SST al permitir la simulación de entornos de riesgo en espacios controlados, lo cual facilita un entrenamiento y proporciona una representación detallada sin exponer a los trabajadores a riesgos reales; además, la AR añade información útil sobre

el entorno real, mejorando la percepción inmediata de riesgos, pues estas tecnologías han demostrado ser efectivas en la capacitación, ejecución de tareas y la ejecución de acciones preventivas en diversos contextos laborales (Moreno, 2024).

Empresas como Grupo Argos han integrado VR y AR en diseño, construcción y capacitación, mejorando el desempeño y la seguridad laboral; la VR facilita la planificación de proyectos de construcción de manera segura, mientras que la AR se emplea para mantenimiento predictivo y visualización de datos en tiempo real, previniendo fallas en maquinaria; estas tecnologías mejoran la formación de los empleados y permiten identificar y mitigar riesgos antes de la implementación de proyectos (Moreno, 2024).

Ahora bien, relacionado estrechamente con la realidad virtual aumentada, **los Video juegos interactivos**, se utilizan para hacer la capacitación en SST más atractiva y efectiva; estos juegos simulan escenarios laborales y desafíos de seguridad, permitiendo a los trabajadores aprender y aplicar sus conocimientos de manera lúdica.

Un ejemplo destacado en el ámbito de los videojuegos interactivos es Pokémon Go, que utiliza RA para ofrecer una experiencia de juego innovadora y atractiva; además, la RA se ha extendido a otras áreas como la medicina, fabricación, entretenimiento y marketing, con aplicaciones que permiten visualizar información de manera virtual a través de móviles inteligentes.

Para la creación de aplicaciones de RA, es esencial contar con un motor de juegos capaz de integrar gráficos digitales con la realidad percibida por el dispositivo; Unity es uno de los motores más conocidos, utilizado no solo para la creación de videojuegos, sino también para animaciones y aplicaciones interactivas en 2D y 3D (Salas, 2022).

Destaca por su entorno de desarrollo robusto, soporte multiplataforma, integración con plugins y librerías de terceros, y su Asset Store que proporciona recursos adicionales. Blender, otra herramienta importante, es una suite de creación 3D de código abierto utilizada para modelado, animación y renderizado, entre otras funciones, que también puede ser empleada en la creación de juegos (Salas, 2022).

También vemos inmersos en la realidad virtual los **Simuladores (para el uso de máquinas y equipos industriales)**, estos son herramientas clave en la prevención de la seguridad laboral, pues permiten a los colaboradores realizar tareas específicas sin estar expuestos directamente a los riesgos asociados.

Por ejemplo, un simulador de primeros auxilios coloca al usuario en el rol de un operador que recibe llamadas de emergencia, simulando situaciones reales del ámbito laboral; el objetivo es que el jugador identifique los síntomas, elija la opción correcta para la acción a seguir y recomiende la actuación más adecuada, pues esta clase de simulación permite que los trabajadores practiquen y se preparen para situaciones de emergencia sin riesgo real.

Otro ejemplo es el simulador de realidad virtual ofrecido por Skylife Engineering, que proporciona a las empresas una vista para evaluar cómo sus trabajadores enfrentan situaciones de riesgo sin que estos se materialice; las simulaciones pueden abarcar diversas disciplinas de la seguridad laboral, (PRL), y son específicamente útiles para preparar a los empleados para manejar enfermedades profesionales o situaciones peligrosas de manera segura.

Además, hay simuladores específicos como el de manipulación manual de cargas, que ayuda a los operarios a practicar el transporte de diferentes pesos en un almacén,

permitiendo elegir entre diversas opciones de transporte y evaluando el impacto sobre la velocidad y el riesgo de lesiones; estos simuladores son fundamentales para mejorar la seguridad y la eficiencia en el uso de máquinas y equipos industriales (Castro, 2022).

De otra parte, **la comunicación y colaboración mediante Tic's** están transformando la gestión de la SST, puesto que permiten respuestas rápidas a emergencias, facilitan la difusión de medidas de seguridad, sostiene la comunicación formal, y refuerzan la formación en prácticas.

En la actualidad, las **aplicaciones móviles y de mensajería instantánea** son el principal medio de comunicación en la sociedad debido a su versatilidad y eficiencia para obtener información importante y fidedigna en cualquier momento; también, facilitan la comunicación rápida y eficiente entre los empleados y los equipos de seguridad, además permiten el reporte inmediato de incidentes y la coordinación de respuestas de emergencia.

Dichas aplicaciones están diseñadas para apoyar la gestión de la SST, facilita la participación de diversos profesionales en la gestión de riesgos laborales, ofreciendo funcionalidades como matrices de riesgos, cronogramas de actividades, detección de peligros y formatos de control; esto permite una mejora continua en los procesos de control y acción inmediata frente a posibles accidentes laborales (Pechené, 2023).

Con respecto a las **Plataformas colaborativas** estas permiten a los equipos de trabajo compartir información, documentos y comunicarse en tiempo real; estas herramientas mejoran la colaboración y a garantizan que todos los integrantes del equipo estén al tanto de las medidas de seguridad y las actualizaciones. En lo que respecta al correo electrónico, sigue siendo una herramienta fundamental para la comunicación formal

y el intercambio de información importante sobre SST, pues permite el envío de notificaciones, reportes y documentación a los empleados y partes interesadas.

Finalmente, con lo que respecta a las **Herramientas audiovisuales y tecnológicas**, estas se representan en forma de videos de capacitación y presentaciones interactivas, mejoran la comunicación y el aprendizaje en SST; asimismo, estas tecnologías facilitan la transmisión de información compleja de manera clara y comprensible, apoyando la formación y la concienciación sobre la seguridad (Másmela et al, 2021).

6.2.2 Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo (SST)

Según la OIT (Organización Internacional del Trabajo, 2024), la gestión de la SST es un método sistemático que se esfuerza por asegurar un entorno laboral seguro y saludable para los empleados; este enfoque incluye diversas políticas, procedimientos y prácticas destinadas a prevenir accidentes y enfermedades laborales, con el objetivo de proteger tanto la salud física como mental de los trabajadores.

Implementar una gestión efectiva de la SST no solo resguarda a los empleados de riesgos y daños potenciales, sino también contribuye a la mejora de la productividad organizacional al reducir el número de días perdidos por incidentes y al aumentar la moral y el compromiso del personal; además, la gestión de la SST facilita el cumplimiento de normativas legales y regulaciones nacionales e internacionales, previniendo sanciones y mejorando la imagen empresarial.

La SST se caracteriza por ser un proceso continuo y dinámico, diseñado para adaptarse a las exigencias específicas de cada organización y los cambios en el ambiente laboral, donde este enfoque integral implica pasos y actividades cíclicas y progresivamente

desarrolladas; inicialmente, se establecen políticas claras y específicas que reflejan el compromiso de la organización con la protección y el bienestar de sus trabajadores.

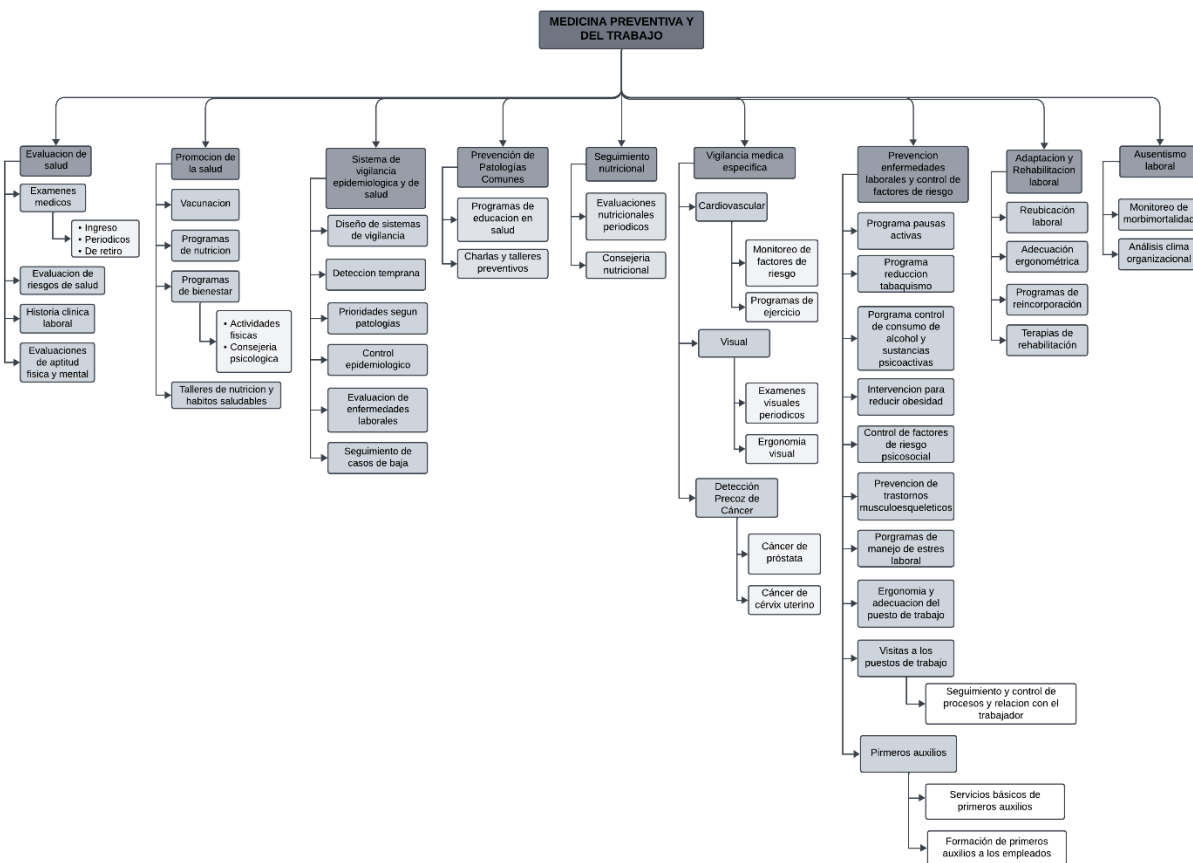
Por otra parte, según (Pechené et al, 2023) las políticas sirven como base para la implementación de medidas y prácticas que buscan minimizar riesgos y prevenir accidentes, además de mejorar la calidad de vida del trabajador, aumentando la productividad y reduciendo los costos asociados con los accidentes y enfermedades laborales.

Adicional a lo anterior, la gestión de SST requiere una mejora constante de los procedimientos, ya que esto implica revisar y actualizar periódicamente las políticas, procesos y prácticas de seguridad para asegurar su eficacia y relevancia; la vigilancia constante es crucial para identificar y abordar nuevas amenazas y desafíos que puedan surgir, especialmente en un entorno laboral que está en constante cambio tecnológico y estructural.

La gestión de SST se compone de varios subprogramas y componentes esenciales, de acuerdo con la Ley 9 de 1979 y el Decreto 1072 de 2015, los componentes esenciales y estrategias para ejecutar un sistema de gestión efectiva en SST; destaca además la importancia de identificar y controlar los riesgos, la vigilancia epidemiológica, la educación continua y la adaptación de políticas preventivas para mejorar la seguridad laboral.

La gestión de SST funciona mediante la implementación coordinada de subprogramas y componentes que abordan diversas áreas de la salud laboral, relacionados en la figura 3.

Figura 3. Medicina preventiva y del trabajo



- **Medicina preventiva.**

Es el conjunto de iniciativas dirigidas a fomentar y supervisar la salud de los empleados, pues en este programa se combinan las actividades de Medicina Preventiva y Medicina del Trabajo para asegurar óptimas condiciones de salud física, mental y social de los trabajadores; esto implica protegerlos contra riesgos laborales y asignarles tareas adecuadas según sus capacidades físicas y fisiológicas, garantizando que estén aptos para trabajar de manera productiva (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989, art. 10).

Este Subprograma tiene como objetivo fomentar la salud, prevenir y controlar los riesgos ocupacionales de los trabajadores, asegurándose de asignarles un entorno laboral

adecuado; se llevan a cabo evaluaciones médicas y se implementan acciones para garantizar el bienestar físico, mental y social de los empleados, manteniéndolos en condiciones óptimas para su eficacia laboral.

Para mantener un ambiente laboral saludable, se llevan a cabo evaluaciones de salud que incluyen revisiones médicas periódicas y evaluaciones de riesgos para la salud; estos análisis permiten mantener un registro actualizado del estado de salud de los trabajadores y detectar posibles problemas de manera adecuada; además, se implementa un sistema de vigilancia epidemiológica que permite detectar tempranamente brotes de enfermedades y controlar su propagación, garantizando así la seguridad sanitaria (Guerrero, 2021).

Paralelamente, se promueven diversas actividades y programas de promoción de la salud que abarcan desde la vacunación y la nutrición adecuada hasta el bienestar psicológico, donde estos programas buscan mejorar la salud general de los empleados y prevenir enfermedades; además, se realizan programas educativos y talleres preventivos enfocados en informar a los empleados sobre cómo evitar enfermedades comunes en el trabajo, contribuyendo a la generación de hábitos saludables y un ambiente de trabajo más seguro.

Para complementar estas medidas, se realiza un seguimiento nutricional y una vigilancia médica constante, evaluaciones nutricionales y monitoreo de factores de riesgo cardiovascular y visual, proporcionando formación en primeros auxilios y visitas regulares a los puestos de trabajo para asegurar que las condiciones laborales sean seguras; además, se desarrollan intervenciones para reducir factores de riesgo como el tabaquismo, el consumo de alcohol y la obesidad, y se promueven actividades (Guerrero, 2021).

Las evaluaciones de salud laboral son cruciales para determinar si los empleados están en condiciones óptimas para desempeñar sus funciones laborales, considerando tanto la salud física como la mental; estas evaluaciones de aptitud física como mental aseguran que los empleados estén preparados para enfrentar las demandas de su trabajo.

Además, se implementan medidas de prevención de enfermedades laborales que controlan factores de riesgo psicosocial, identificando y gestionando elementos en el entorno de trabajo que pueden causar estrés, ansiedad o depresión; En los últimos tiempos, ha habido un incremento en las afectaciones relacionadas con la salud mental, y este fenómeno se ha intensificado desde el año 2020.

Por otra parte, en el año 2019 fue aprobada la Resolución No. 2404 de 2019, la cual establece las herramientas para valorar los riesgos psicosociales, sin embargo, posteriormente esta resolución se deroga por el artículo 10 de la Resolución 2764 de 2022; la batería de instrumentos mencionada consiste en un conjunto de herramientas que facilitan la identificación de factores de riesgo psicosocial tanto en el trabajo como fuera de él.

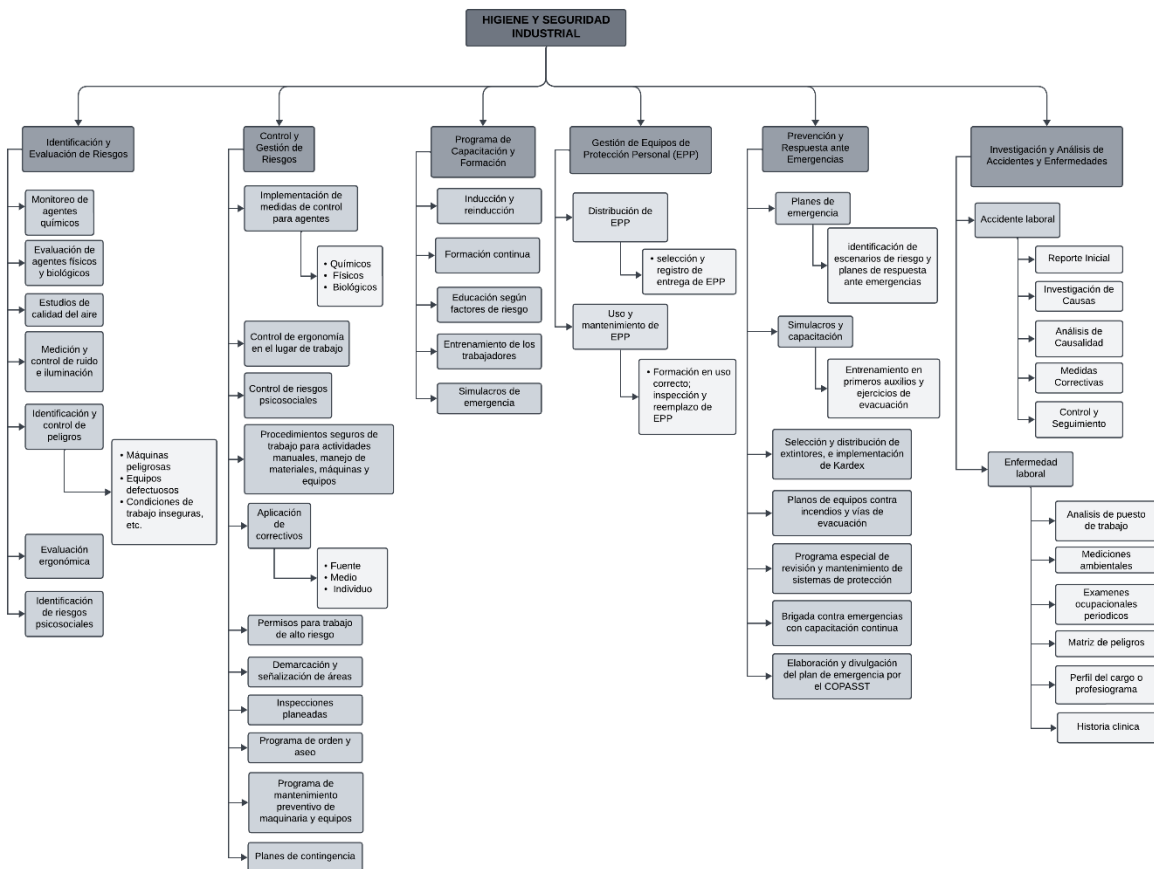
También se previenen trastornos musculoesqueléticos mediante programas específicos y se adapta el entorno laboral a través de la ergonomía para minimizar posibles lesiones; seguido, la vigilancia de la salud es otra área esencial, donde se realizan diagnósticos y evaluaciones de enfermedades relacionadas con el trabajo en el que se monitorean los casos de baja laboral y se gestionan para asegurar una recuperación y retorno adecuado al trabajo de los empleados.

En este contexto, la adaptación de puestos juega un papel importante, asignando empleados a diferentes tareas que se adaptan mejor a su estado de salud y realizando ajustes

ergonómicos en el entorno laboral para minimizar el riesgo de lesiones, así como en la rehabilitación laboral, que se enfoca en facilitar la reincorporación al trabajo de empleados que han estado ausentes por razones de salud; esto incluye el diseño de planes de rehabilitación y terapias para apoyar la recuperación de enfermedades o lesiones laborales.

Además, se monitorean las tasas de absentismo laboral, evaluando el entorno laboral y el bienestar de los empleados, ya que pueden influir en el absentismo y la productividad; así, se identifican tendencias y áreas de preocupación, permitiendo una intervención oportuna y eficaz para mejorar la seguridad laboral (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989).

Figura 4. Higiene y seguridad industrial



- **Higiene y seguridad industrial**

La Higiene y Seguridad Industrial se ocupa de prever, identificar, evaluar y controlar los elementos ambientales o tensiones que pueden provocar enfermedades o malestar en los empleados; su propósito es resguardar y mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores mediante la aplicación de prácticas y procedimientos adecuados para gestionar los riesgos vinculados con la exposición a sustancias químicas, físicas y biológicas (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 1989, artículo 11).

La identificación de riesgos en la higiene industrial es fundamental, involucrando el monitoreo de agentes químicos y la evaluación de agentes físicos y biológicos para detectar peligros en el entorno laboral; esto permite reconocer amenazas a la seguridad laboral, facilitando la toma de decisiones informadas para su control.

Posteriormente, se procede al control de riesgos mediante la ejecución de medidas específicas y el desarrollo de planes de contingencia, pues estas acciones están destinadas a mitigar y gestionar los riesgos detectados, asegurando un entorno laboral seguro; Las medidas pueden incluir desde cambios en procesos operativos hasta el uso de equipos de protección personal.

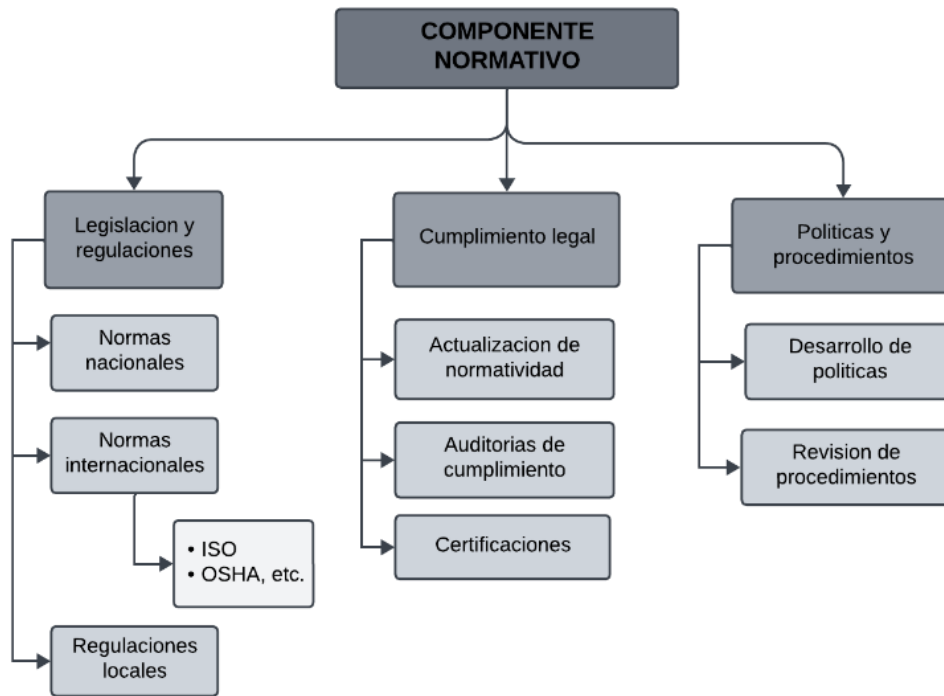
La evaluación del ambiente laboral abarca estudios de calidad del aire, ruido e iluminación, y la aplicación de correctivos en la fuente del problema, el medio laboral o directamente en el individuo; finalmente, los programas de capacitación garantizan que los empleados estén informados y preparados para manejar los riesgos, incluyendo inducción, formación continua y educación específica sobre los factores de riesgo presentes (Flores, 2019).

Prevenir accidentes en el ambiente de trabajo, implica la identificación y control de peligros, tales como maquinaria peligrosa, equipos defectuosos y condiciones de trabajo inseguras, incluyendo la investigación y análisis de accidentes e incidentes para reportar, investigar y analizar la causalidad, asegurando un seguimiento adecuado para prevenir futuras ocurrencias; estas medidas son fundamentales para mantener un entorno laboral seguro y mitigar el riesgo de accidentes.

Respecto a la gestión de riesgos, se establecen procedimientos seguros para actividades manuales, manejo de materiales, y operación de máquinas y equipos, incluyendo la implementación de permisos para trabajos de alto riesgo, la demarcación y señalización de áreas, inspecciones regulares, programas de orden y aseo, y el mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos; estas acciones estructuradas son fundamentales para reducir al mínimo los riesgos operativos y garantizar un entorno de trabajo organizado y seguro.

Finalmente, la formación en seguridad es crucial para mantener la conciencia y preparación de los empleados ante posibles riesgos, pues se proporciona inducción y reinducción, capacitación continua, entrenamiento específico para diferentes tareas y simulacros de emergencia; además, la gestión de equipos de protección personal asegura que los empleados cuenten con los EPP adecuados, con un sistema de selección, registro de entrega, uso correcto, inspección y reemplazo de estos equipos (Guerrero, 2021).

Figura 5. Componente normativo de la SST



- **Componente normativo de la Seguridad y Salud en el trabajo.**

La **legislación y regulaciones** en el ámbito laboral se gestiona mediante la aplicación de normas nacionales e internacionales, como ISO y OSHA, junto con regulaciones locales, para asegurar el cumplimiento legal en todas las operaciones; este manejo integral de las normativas es fundamental para mantener un entorno laboral seguro y conforme a los estándares legales y de seguridad reconocidos globalmente.

El **cumplimiento legal** se garantiza a través de la actualización constante de la normatividad vigente, la realización de auditorías de cumplimiento y la obtención de certificaciones que avalan el acatamiento de las normativas legales y regulatorias; adicionalmente, se desarrollan y revisan políticas y procedimientos específicos para asegurar su alineación con las normativas y regulaciones aplicables, ayudando de esta

manera a establecer y mantener un ambiente laboral seguro y en cumplimiento con la normativa.

Según (Aguilera et, 2022), la implementación del SG-SST mediante herramientas tecnológicas es viable y costo-efectiva, ahorran un 95% en posibles sanciones. Además, la herramienta facilita la identificación y cumplimiento de requisitos legales, mejorando la eficiencia y fortaleciendo los procesos internos de la empresa; se recomienda actualizar constantemente la documentación del sistema de gestión para mantener la conformidad con la normativa vigente.

6.2.3 Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo desde la ISO 45001

Implementar un SG-SST es esencial según menciona Glaesel & Corrie (2018), para proteger a los empleados de riesgos laborales, asegurar el cumplimiento de normativas legales y mejorar la eficiencia operativa; un entorno laboral seguro, disminuye la frecuencia de accidentes y enfermedades, y fortalece la cultura de seguridad dentro de la organización, generando beneficios tanto para los empleados como para la empresa en su totalidad.

Como afirma Rojas (2021) la falta de un SG-SST puede llevar a serias consecuencias para cualquier organización, incluyendo un aumento en la incidencia de accidentes laborales, enfermedades ocupacionales, costos elevados por indemnizaciones y ausentismo, así como daños a la reputación, por lo que implementarlo siguiendo la ISO 45001:2018, es crucial para prevenir estos problemas; este sistema protege la salud y el bienestar de los empleados y garantiza el cumplimiento de las regulaciones legales,

mejorando la eficiencia operativa y promoción cultural de seguridad integral dentro de la organización.

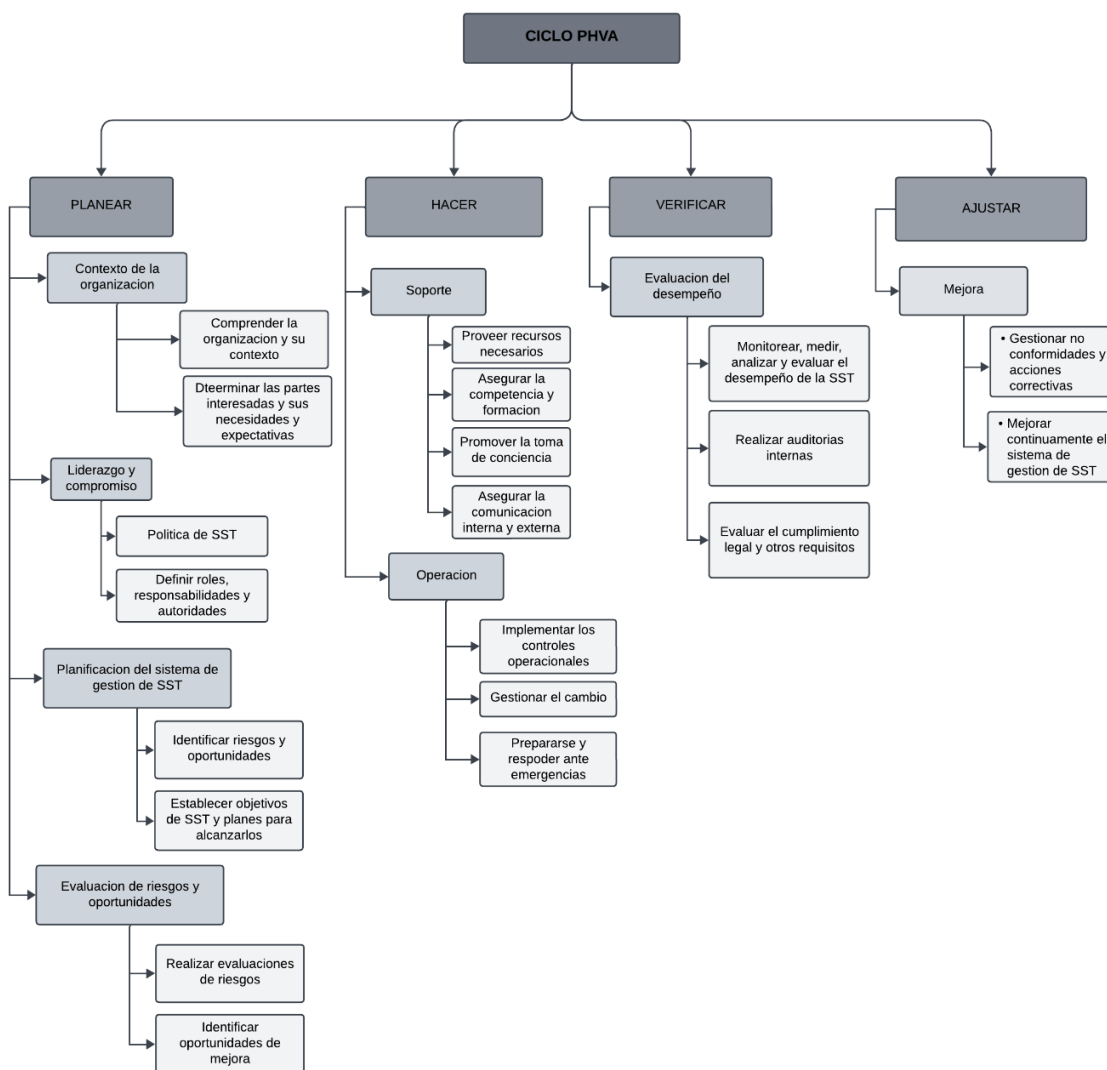
La ISO 45001:2018 es un estándar internacional que define los criterios para un SG-SST, proporcionando orientación clara sobre su implementación; su objetivo principal es permitir que una organización mejore proactivamente su desempeño en SST, con un enfoque en la prevención de lesiones y el deterioro de la salud de los trabajadores.

Esta norma representa una evolución significativa al reemplazar a la anterior OHSAS 18001, incorporando un enfoque más integral y sistemático en la gestión de la SST; la ISO 45001 es aplicable a cualquier organización, independientemente de su tamaño, tipo y actividades, lo que la hace versátil y adaptable a diferentes contextos laborales (Glaesel & Corrie, 2018).

Promueve un ambiente laboral seguro y saludable mediante la gestión de riesgos, el cumplimiento normativo y la mejora continua en salud y seguridad ocupacional; además, facilita la integración de esta gestión en los procesos y estrategias generales de la organización, promoviendo una cultura de seguridad que incluye a todos los niveles, desde la dirección superior hasta los empleados de base.

Implementar la ISO 45001 no solo previene A.L y E.L, también fortalece la gestión de SST al integrar esta normativa con otros sistemas como ISO 9001 e ISO 14001, esto facilita la evaluación de riesgos y oportunidades, así como la implementación de mejoras continuas; además, fomenta la participación de los trabajadores en la detección de peligros y la disminución de riesgos, lo que puede mejorar la cultura de seguridad, la productividad y demostrar un compromiso claro con la seguridad ante empleados y stakeholders (Nqa, 2018).

Figura 6. Componentes clave y acciones específicas del ciclo PHVA



De acuerdo con la guía de aplicación de SST, proporcionada por el organismo de certificación global (Nqa, 2018), la ISO 45001:18 está conformada por varios componentes clave que corresponden a las etapas del ciclo PHVA; en primer lugar, está la etapa Planificar donde se analiza el entorno organizacional, las expectativas de las partes involucradas, se define la política de SST, se identifican riesgos y oportunidades, y se establecen objetivos y planes de acción.

A continuación, se describe cada componente y sus acciones específicas: En el entorno de la organización, es crucial identificar los factores internos y externos que pueden influir en el desempeño del SG-SST; esta etapa implica la identificación de las partes interesadas y la comprensión de sus necesidades y expectativas en relación con la SST.

En la fase de liderazgo y compromiso, se establece y comunica la política de SST, definiendo roles, responsabilidades y autoridades para garantizar el funcionamiento efectivo del sistema. Seguido, la planificación del SG-SST requiere una evaluación de riesgos para identificar peligros, evaluar riesgos y oportunidades, definir objetivos claros y alcanzables, y desarrollar planes de acción para lograrlos; además, se proponen acciones para aprovechar las oportunidades de mejora identificadas.

Por otra parte, se aseguran los recursos requeridos y se garantiza la competencia y formación del personal, que incluye la implementación de controles operacionales y la preparación de respuestas ante emergencias.

En el componente de soporte, la provisión de recursos adecuados para implementar y mantener el SG-SST, se asegura que los empleados tengan la formación y las competencias necesarias para desempeñar sus funciones de manera segura, fomentando la toma de conciencia sobre los aspectos de SST entre todos los empleados y estableciendo mecanismos efectivos de comunicación para compartir información relevante de SST dentro y fuera de la organización.

En cuanto a la fase de operación, se establecen y mantienen controles operacionales adecuados para administrar los riesgos de SST, implementando procesos para gestionar los cambios que puedan afectar la SST y desarrollando y manteniendo planes de preparación y respuesta ante emergencias.

Por otro lado, en la etapa de Verificar se monitorea y analiza el rendimiento del SG-SST mediante auditorías internas y revisiones del cumplimiento legal, incluye la evaluación del desempeño, en la cual se implementan sistemas para la supervisión continua y evaluación del desempeño en SST; además, de conducir auditorías internas periódicas para asegurar que el SG-SST está siendo implementado eficazmente y revisar periódicamente la conformidad con las normativas y otros requisitos aplicables.

Por último, en la etapa Ajustar se gestionan las no conformidades y se implementan acciones correctivas para la mejora continua del SG-SST, el cual pretende la mejora a través de la implementación de un proceso para la gestión de no conformidades y la implementación de acciones correctivas, promoviendo la mejora continua del SG-SST mediante la revisión y actualización regular de los procesos y procedimientos.

Finalmente, en la fase de Ajuste, se abordan las no conformidades y se implementan acciones correctivas para la mejora continua del SG-SST; este proceso busca mejorar continuamente mediante la gestión de no conformidades y la ejecución de acciones correctivas. También se promueve la mejora continua del SG-SST a través de la revisión y actualización regular de los procesos y procedimientos.

En síntesis, implementar un SG-SST es fundamental para resguardar a los empleados de riesgos laborales, acatar las regulaciones legales y mejorar la eficiencia operativa, pues este sistema reduce accidentes y enfermedades, fortalece la cultura de seguridad dentro de la organización y proporciona beneficios para los empleados y la empresa, previniendo consecuencias graves como costos elevados por indemnizaciones y daños a la reputación; asimismo, la ISO 45001:2018 ofrece un marco efectivo para alcanzar estos objetivos, garantizando un ambiente laboral seguro y saludable.

7 Diseño Metodológico de la revisión documental

El presente estudio se basa en un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, pues considera que su abordaje desde lo cualitativo aporta en perspectiva documental según la investigación realizada por Lotero et al, (2022), ya que la comprensión de un fenómeno se logra mediante la recopilación y análisis de datos no numéricos, como textos, observaciones y testimonios (Mata Solís, 2019; Lotero et al, 2022).

Desde lo descriptivo, se estima que es fundamental para describir y comprender a fondo la naturaleza y características del fenómeno, y obtener resultados confiables, proporcionando de esta manera una base firme para la interpretación y el análisis de los datos en la investigación cualitativa, lo cual entendemos como la posibilidad de contextualizar la aplicabilidad práctica de la Tics para la gestión de SST según la ISO 45001, mediante una revisión documental (Lifeder, 2022; Guevara et al, 2020).

La recolección de datos se lleva a cabo desde búsquedas en internet sobre Tic's y SST, mediante la construcción de una matriz de análisis y síntesis, complementado con un rastreo de herramientas Tic's disponibles en la web, que permita consolidar la información sujeto de análisis del presente estudio. Para seleccionar los documentos se establecen los siguientes criterios:

7.1.1 Criterios de inclusión

Relaciona de manera directa las dos variables de análisis Tic's y SST.

Los documentos son artículos de investigación, monografías, tesis, y otros textos académicos, así como, revistas científicas, informes técnicos, libros, ponencias en congresos y estudios de caso.

Estudios basados en metodologías cuantitativas, cualitativas o mixtas (Universidad de Navarra, 2020).

7.1.2 Criterios de exclusión

- Documentos o estudios publicados hace más de 5 años.
- Documentos provenientes de fuentes no revisadas como blogs, foros en línea, artículos de opinión sin fundamento académico o publicaciones comerciales sin respaldo académico o científico.
- Documentos escritos en idiomas diferentes al español o inglés que dificultan la comprensión y el procesamiento de la información (Universidad de Navarra, 2020).
- Artículos que, aunque proporcionan unas definiciones generales de conceptos, no abordan específicamente el tema de la SST; esta exclusión se realizó para asegurar que la revisión se centrara únicamente en fuentes que ofrecen una cobertura directa y relevante sobre la SST.

7.2 Estrategias de Búsqueda

La búsqueda se realiza en bases de datos como Google Scholar, Scielo y Dialnet las cuales contienen trabajos y artículos de algunos repositorios o bibliotecas de universidades, así como plataformas y revistas que están indexadas y registradas como la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), la Universidad Abierta y a Distancia (UNAD), la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC), la Universidad ECCI, la Universidad Alas Peruanas (UAP), la Universidad Autónoma del Occidente (UAO), la Universidad Católica de Manizales (UCM) y la UNIMINUTO.

También cabe mencionar, la Escuela de Posgrado Newman (Epnewman), la Unimilitar, la Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica y de la Innovación (ALTEC), Bibliotecas Universitarias de Catilla y León (BUCLE), la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, la Universidad Científica del Sur, la Universidad Santo Tomas, la Universidad Cooperativa de Colombia (UCC), la Revista Dominio de las Ciencias, la Revista Lex Social de la Universidad Pablo de Olavide (UPO), la Revista Internacional de la Protección Social y la Revista Republicana.

Por otro lado, en cuanto a la estructura de la matriz de análisis y síntesis (anexo), está diseñada en la herramienta ofimática Excel para extraer la información de cada documento como el año, el autor, el título de la investigación, el objetivo, la metodología, el resultado, la conclusión, la referencia, el tema que está relacionado a la SST (n3), el tema relacionado a las Tic's (n3), la observación donde se especifica como está citado y el contenido de las citas que se utilizó.

7.3 Consideraciones éticas

Se reconoce a los autores por sus contribuciones a través de una correcta citación y referencia constante a lo largo del documento, siguiendo las normas APA y las normas específicas para cada tipo de fuente, ya sea un libro, un artículo, un sitio web o cualquier texto académico, respetando los derechos de autor; además, se evitará citar fuentes que no se han consultado directamente y se representará con precisión el argumento y las ideas de las fuentes citadas.

7.4 Cronograma

Tabla 1. Plan de trabajo

Actividad	Descripción	Semana
Ajuste Anteproyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del título y tabla de contenido • Redefinir título • Actualizar tabla de contenido • Redacción de introducción y justificación 	1
Mejora de la introducción y el planteamiento del problema	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de introducción y justificación • Redefinir planteamiento del problema 	2
Fortalecimiento del marco teórico y ajuste metodológico.	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento del marco teórico • Revisión y ajuste de la metodología • Revisión de instrumentos de recolección • Análisis de datos 	3
Análisis detallado de datos y redacción de resultados.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión Análisis de datos • Redacción de resultados • Redacción de conclusiones 	4
Conclusión, ajuste de referencias según las normas APA y preparación final del documento.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de conclusiones • Revisión de normas APA • Preparación del resumen analítico • Revisión general y preparación final 	5

8 Análisis de la información

8.1 Análisis DOFA sobre la aplicabilidad Tics en la SST.

La aplicabilidad práctica de las Tic's para la gestión de SST se da desde la automatización de procesos de recopilación y análisis de información, hasta la implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real; lo que permite identificar diferentes interacciones entre variables de riesgo, la salud laboral y condiciones en el trabajo, las cuales están enmarcadas en el siguiente esquema DOFA.

Debilidades

- Falta de estandarización para la integración de Tic's (Albújar et al, 2022).
- Diseño sectorial específico de herramientas limita su aplicabilidad general (Albújar et al, 2022).
- Elevados costos financieros y operativos dificultan la adopción de herramientas Tic's (Martin, 2019).
- La necesidad de formación y adaptación para el uso de nuevas herramientas retrasa su implementación.
- Limitaciones en flexibilidad y adaptabilidad de herramientas Tic's para medir el desempeño del SG-SST debido a normativas específicas.
- Dependencia del estado del software y del hardware de las herramientas Tic's para la gestión de la SST.
- Algunas Tic's limitan su funcionamiento de su sistema operativo a IOS y Android, lo que reduce la accesibilidad y usabilidad frente a las diferentes tecnologías (Martin, 2019; Pechené et al, 2023).

- Ciertas aplicaciones web para la gestión de SST cuando están desactualizadas dificultan la escalabilidad y facilidad de uso (Mosquera et al, 2022).

Oportunidades

- Adaptación y personalización de algunas herramientas Tic's a la diversidad de peligros que existen en los sectores laborales (Albújar et al, 2022).
- Posibilidad de identificar automáticamente peligros potenciales y aplicar métodos de prevención específicos con enfoque automatizado a través de herramientas Tic's (Albújar et al, 2022).
- Cambio cultural estratégico (Másmela et al, 2021).
- Adopción de tecnología avanzada en el contexto de la SST dentro de la industria 4.0 (Másmela et al, 2021).
- Posibilidad de desarrollo y validación ante las entidades reguladoras (Másmela et al, 2021).
- Facilita el cumplimiento con la normatividad legal, reduciendo riesgos de sanciones (Martin, 2019; Peralta, 2020).
- Cumplir con la normatividad nacional, así como con los estándares internacionales (Llamozas, 2020).

Fortalezas

- Las plataformas digitales son herramientas útiles, pues ayudan a optimizar el desempeño del SG-SST (Albújar et al, 2022; Arce, 2021; Vásquez et al, 2022).
- Las Tic's mejoran la gestión de la información y reducen riesgos derivados de los procesos organizacionales (Albújar et al, 2022; Salas, 2022).

- El uso de herramientas Tic's en la gestión de SST agiliza la obtención de información, facilitando la adopción de medidas para la mejora continua (Albújar et al, 2022; Castro, 2022).
- Algunos softwares simplifican la planificación, implementación y verificación del SG-SST (Llamozas, 2020; Vásquez et al, 2022).
- Alta precisión en la evaluación de desempeño en seguridad mediante herramientas de software (Albújar et al, 2022).
- Evaluación simultánea de todos los riesgos potenciales (Albújar et al, 2022; Arce, 2021).
- Identificación y cuantificación precisa de peligros mediante herramientas avanzadas (Albújar et al, 2022; Castro, 2022).
- Agiliza la entrega de informes de peligros e incidentes, contribuyendo a la gestión Lean y a la mejora continua para crear ambientes de trabajo más seguros (Albújar et al, 2022).
- Desarrollo de indicadores personalizados (Albújar et al, 2022).
- Mejora en la gestión de la seguridad a través del monitoreo con herramientas Tic's (Albújar et al, 2022; Arce, 2021).
- Agilización y mejora de la gestión de riesgos mediante Tic's especializadas (Albújar et al, 2022; Castro, 2022).
- Eficiencia de las herramientas Tic's para la capacitación y entrenamiento de los trabajadores en SST (Albújar et al, 2022; Martin, 2019; Cubillos, 2019; Peralta, 2020; Sandoval, 2019; Castro, 2022; Garzón et al, 2021; Martínez et al, 2021; Arce, 2021; Vásquez et al, 2022).

- Implementación de herramientas digitales para notificar peligros rápidamente y mejorar la seguridad (Albújar et al, 2022; Vásquez et al, 2022).
- Seguimiento seguro y de confianza de los procesos (Másmela et al, 2021; Vásquez et al, 2022).
- Reducción en el uso de papel al sustituir los procesos manuales por digitales (Másmela et al, 2021; Martin, 2019).
- Aporte positivo al medio ambiente (Másmela et al, 2021; Martin, 2019).
- Capacidad de los softwares para gestionar documentos relacionados a la SST de manera eficaz y automatizada (Aguilera et al, 2023).
- Capacidad para monitorear en tiempo real estadísticas y métricas de medidas correctivas e indicadores de calidad (Másmela et al, 2021).
- Mejora en la transmisión y divulgación de información vinculada a la SST (Másmela et al, 2021; Martin, 2019).
- Posibilita el reporte de riesgos y registro de actividades (Másmela et al, 2021; Martin, 2019; Pechené et al, 2023).
- Las Tic's facilitan la difusión de ejercicios para un buen estado físico, mental y social de los trabajadores, y consejos ergonómicos (Martin, 2019).
- Algunas herramientas Tic's permiten a los usuarios enviar alertas tempranas sobre emergencias y reportar eventos accidentales o situaciones de hostigamiento en el trabajo (Martin, 2019; Pechené et al, 2023).
- Las aplicaciones móviles y otras Tic's facilitan la visualización de áreas de encuentro y vías de emergencia (Martin, 2019).

- Las APP móviles también permiten realizar inspecciones de seguridad de una forma ágil y fácil de utilizar (Martin, 2019).
- Funcionalidad de enviar recordatorios para la ejecución de tareas propuestas en el plan anual de actividades (Cárdenas et al, 2020; Pechené et al, 2023; Vásquez et al, 2022).
- Automatización de la recolección de datos (Salas, 2022).
- Las páginas web permiten compartir información con acceso sin restricciones a todas las partes interesadas de la empresa (Barona et al, 2022; Cuesta et al, 2020).
- Aplicativos móviles para dinamizar la identificación de riesgos en el área de trabajo (Peralta, 2020; Castro, 2022).
- Las aplicaciones web facilitan el mantenimiento y actualización de informes de SST (Mosquera et al, 2022).
- Las Tic's permiten la gestión y control de los diferentes subprogramas de la SST (Castro, 2022).
- Algunas herramientas facilitan la automatización de tareas que son repetitivas (Moreno, 2024; Blandón, 2023).
- Tic's con la capacidad de análisis predictivo y proactividad para prevenir incidentes (Moreno, 2024; Blandón, 2023; Vallejo et al, 2022; Aguilar, 2020).

Amenazas

- Falta de sistemas operativos o aplicaciones web desarrolladas a nivel nacional (Másmela et al, 2021).
- Altos costos de los sistemas proporcionados por compañías de seguros (Másmela et al, 2021).

- Distribución ilegal de aplicaciones en el mercado negro (Másmela et al, 2021).
- Los softwares o aplicaciones desarrollados pueden quedar obsoletos en relación con las normas para las que fueron creados (Másmela et al, 2021).
- Dependencia de redes de internet y soporte tecnológico externo (Másmela et al, 2021; Martin, 2019).
- La rápida evolución de la tecnología puede llevar a que el software se vuelva obsoleto, requiriendo actualizaciones constantes y potencialmente costosas (Másmela et al, 2021).
- Ataques cibernéticos (Macias, 2022).

8.1.1 Los factores internos

Las Tic's funcionan mediante la integración y el uso coordinado de diferentes tecnologías para lograr un entorno laboral seguro y eficiente; desde la perspectiva de la Universidad Europea (2022), se detalla en su blog, diversas tecnologías como la IA, el big data, los drones, entre otras, que están siendo implementadas para rastrear equipos de protección, controlar temperaturas, delimitar zonas de riesgo y entrenar empleados mediante simuladores (Universidad Europea, 2022).

Las plataformas digitales son herramientas que permiten aprovechar las Tic's para facilitar la administración de la data del SG-SST; estas plataformas digitales permiten no solo centralizar y organizar la información relacionada con la SST, lo que facilita su acceso, seguimiento y análisis de manera más eficiente, sino que también permiten una gestión más efectiva de los indicadores de desempeño, haciendo posible la toma de decisiones informadas y la implementación de acciones preventivas (Albújar et al, 2022; Salas, 2022).

Además de favorecer el manejo de los indicadores de gestión, también ayudan en la toma de acciones preventivas y correctivas, debido a que, al contar con datos actualizados y accesibles a través de las plataformas digitales, las organizaciones pueden identificar áreas de mejora, evaluar riesgos y tomar estas medidas de manera oportuna para prevenir accidentes laborales; cabe mencionar, que también apoyan la investigación de accidentes, así como con los permisos para realizar tareas de alto riesgo, optimizando así el rendimiento (Albújar et al, 2022; Salas, 2022).

En contraste, la digitalización y automatización de los datos representa un progreso significativo y una transformación en los sistemas de gestión de prevención de SST a través de las Tic's, permitiendo la recolección de información instantánea, la cual puede utilizarse para cualquier fin o tiempo por las personas que lo requieren de la empresa; impulsando el cambio de los procesos manuales para implementar medidas proactivas, que previenen posibles accidentes laborales mediante el análisis de tendencias y la identificación de puntos por mejorar (Salas, 2022).

Por otro lado, herramientas del sector de la construcción como WSD, un dispositivo de detección portátil, mejoran la gestión de la seguridad mediante el monitoreo y medición del desempeño de la seguridad, y la herramienta BIM, permite adaptarse a distintos objetivos del SG-SST, desde el registro de datos hasta la gestión integral de proyectos; así, las herramientas digitales mejoran la administración de la información y contribuyen a la adherencia de políticas de SST, la gestión eficiente de riesgos y el impulso de una cultura de seguridad constructiva (Albújar et al, 2022).

El elevado índice de accidentes en diversas actividades laborales subraya la importancia de detectar y evaluar los impactos de los peligros para una planificación eficaz;

de esta manera, la iniciativa de utilizar el Proceso de Red Analítica (ANP) permite registrar de forma realista los peligros, medirlos y categorizarlos, vinculándolos a una red analítica para alcanzar patrones, revisar la interconexión entre los peligros y sus impactos, y obtener resultados eficaces (Albújar et al, 2022).

Asimismo, las Tic's como el software especializado de gestión de riesgos de SST, simplifican y agilizan labores de gestión de riesgos, optimizando los sistemas de procesos y suministrando diversas fuentes de datos; dentro de los beneficios de la implementación se encuentran la detección, análisis y jerarquización de riesgos para poner en marcha las respectivas medidas preventivas, lo que mejora la eficiencia y rapidez en la gestión, incluso hacen posible la evaluación de todos los riesgos al mismo tiempo, fortaleciendo la capacidad de anticiparse y mitigarlos de manera más efectiva (Albújar et al, 2022; Másmela et al, 2021; Martin, 2019).

Otras herramientas Tic's muy útiles, son las que generan mejoras en las prácticas de seguridad de los trabajadores, aumentando la eficacia en la gestión de riesgos, en la cual se logra identificar los peligros en el área del trabajo, por medio de operaciones reales para instrucción y preparación, pero en un entorno seguro mientras los colaboradores practican y desarrollan sus destrezas (Albújar et al, 2022).

Ciertamente, las herramientas tecnológicas en mención son principalmente la combinación de herramientas tradicionales (TT), como videos y folletos digitales, con tecnologías asistidas por ordenador (CAT), como simulaciones por computadora, juegos serios y realidad virtual, los cuales han probado ser eficaz para la capacitación y entrenamiento en SST, donde su integración subraya la efectividad de combinar métodos

tradicionales y avanzados para fortalecer las competencias, habilidades y conocimientos de los empleados en materia de SST (Albújar et al, 2022; Cubillos, 2019; Moreno, 2024).

Las aplicaciones móviles también son muy efectivas para la capacitación del personal, debido a que en términos de disponibilidad por lo general los empleados cuentan con dispositivos móviles en los cuales pueden acceder a los espacios de formación en cualquier momento y lugar, lo que permite el aprendizaje continuo y la actualización de conocimientos sobre SST, además, también es un medio para la interactividad, que puede mejorar la participación y retención de los trabajadores durante la capacitación (Martin, 2019).

Seguido, Garzón et al (2021) evoca una perspectiva similar a la aplicación de las Tic's para la capacitación en el campo laboral, solo que lo plantea desde las plataformas digitales como Moddle bajo la metodología e-learning, indicando que son eficaces para el aprendizaje, pues son dinámicas y permite trabajar con el contenido de SST; aunque sugiere que podría mejorarse su funcionalidad, pues se puede quedar corto en algunas temáticas impidiendo un proceso educativo completo para los trabajadores (Garzón et al, 2021; Arce, 2021).

Por cierto, otras plataformas virtuales muy efectivas para la formación de los trabajadores las ofrecen las ARL SURA, ARL POSITIVA y Casa Limpia, las cuales cuentan con métodos de capacitación personalizadas, didácticas y disponibles todos los días en cualquier horario, brindando a las empresas cursos y otros servicios propios de SST, acompañado de materiales como juegos, presentaciones, videos, instructivos, evaluaciones, etc. Cabe resaltar, que Casa Limpia también ofrece otros medios además de la plataforma

digital, como la APP móvil para una mayor accesibilidad (Martínez et al, 2021; Arce, 2021).

Ahora bien, la realidad aumentada también tiene un impacto significativo para la optimización de procedimientos de ingreso y formación para sectores de trabajo donde los empleados están expuestos a múltiples riesgos; este tipo de tecnología tiene el potencial de enriquecer los sentidos al fusionar entornos reales con componentes virtuales y simular sucesos o eventos accidentales, proporcionando una experiencia complementaria de la realidad y creando entornos seguros, haciendo más efectiva la gestión de la SST y la toma de decisiones (Sandoval, 2019; Moreno, 2024; Macias, 2023).

De igual manera, la implementación de herramientas como la aplicación 'I report', busca agilizar la notificación de riesgos y fortalecer los protocolos de seguridad; esta innovadora solución software no solo permite una rápida identificación y comunicación de peligros, sino que también puede usarse para que los usuarios reporten incidentes de manera eficiente, asegurando una respuesta inmediata y efectiva ante cualquier situación adversa, además, fomenta una cultura organizacional proactiva en cuanto a la gestión de riesgos (Albújar et al, 2022).

En ese sentido, la falta de aplicación de este tipo de herramientas puede retrasar la entrega de informes, ya que en muchas organizaciones aún los completan manualmente; la aplicación móvil mencionada anteriormente, al tener un enfoque Lean, permite una gestión más eficiente de los indicadores, involucrando a todas las partes en la mejora continua, creando ambientes de trabajo más seguros y reduciendo accidentes e incidentes laborales (Albújar et al, 2022).

Por otro lado, el seguimiento seguro y de confianza de los procesos, apoyada por las Tic's, fortalece la gestión de SST al proporcionar una visión clara y detallada de todas las actividades, garantizando un entorno de trabajo más seguro y eficiente; esto no solo mejora la capacidad de respuesta ante incidentes y riesgos, sino que también asegura el cumplimiento normativo y la mejora continua en la SST (Másmela et al, 2021).

En relación con la reducción en el uso de papel, al sustituir procesos manuales por digitales se aporta al cuidado del medio ambiente; desde el inicio de mejoras y apoyo al programa de reducción de documentaciones físicas, se evidenció la conveniencia de estas herramientas, impulsadas por las ARL, en el cual se desarrollaron archivos digitales para evaluar la gestión conforme a la normativa, comenzando con registros en Excel y avanzando a bases de datos para gestionar la información del SG-SST, facilitando la creación de planes de mejora continua (Másmela et al, 2021; Martin, 2019).

Una herramienta con la capacidad de poner en funcionamiento la gestión documental de forma eficaz en el área de SST es el software ISOtools, pues Aguilera et al, (2023) menciona que es un modelo del cual se pueden basar las empresas, especialmente las del sector de construcción para la integración al SG-SST, teniendo en cuenta que puede automatizar el sistema para estar al día con la documentación requerida de acuerdo con la normatividad legal vigente; este software puede intervenir desde el registro de EPP hasta el estudio de los accidentes laborales (Aguilera et al, 2023).

Sumado a esto, Aguilera et al,(2023) también hace referencia a otras partes del software de gestión el cual tiene como función, asistir con actividades de tipo administrativo relacionado al material organizacional y el curso de trabajo de una forma mucho más optima; esta herramienta se llama OpenKM y en comparación con la ISOtools,

esta reúne todos los aspectos de la gestión de documentos, la interacción entre perfiles y mecanismos de búsqueda desarrollada, en una opción sencilla de utilizar (Aguilera et al, 2023).

Siguiendo la referencia anterior, Avanbox tiene varias características parecidas a los otros softwares, no obstante, se diferencia por hacer su trabajo estructurado y simple, pues es confiable para transferir documentos y adicional supervisa las versiones de cada documento sin importar la cantidad de usuarios que la abarquen; incluye copias de seguridad y medios de almacenamiento donde se puede restaurar cualquier registro borrado (Aguilera et al, 2023).

Asimismo, el desarrollo de algunas herramientas Tic's como las aplicaciones multiplataforma con base de datos simplifican la recolección de datos y optimiza la gestión de programas de higiene y seguridad industrial, y medicina preventiva y del trabajo, facilitando la creación de reportes detallados, esenciales para análisis cualitativos y cuantitativos, contribuyendo a una mejor eficiencia operativa y a la mejora continua de los procesos de SST (Másmela et al, 2021).

Otro aspecto importante es la mejora en la comunicación, donde estas herramientas permiten una mejor difusión de la información sobre la SST, un ejemplo son las herramientas multimedia y dispositivos que se utilizan como estrategias de comunicación en la implementación del SG-SST, con el objetivo de mejorar la percepción, la interpretación y la adherencia a normas por parte de los trabajadores respecto a los factores de riesgos, eventos en el trabajo, patologías laborales y otros aspectos del sistema (Másmela et al, 2021; Martin, 2019).

De otro modo, las Tic's facilitan el monitoreo continuo de indicadores de calidad y el seguimiento de las acciones correctivas, lo que ayuda a identificar y resolver problemas de manera proactiva antes de que se conviertan en incidentes mayores, mejorando al mismo tiempo la eficiencia al automatizar la recopilación y análisis de datos, que reduce la carga administrativa y permite una respuesta más ágil a los problemas de SST (Másmela et al, 2021).

Al diseñar un software, aplicación web o móvil para la gestión de SST, se busca establecer una plataforma en línea que permita reportar los riesgos de la organización, registrar y supervisar actividades, sucesos inesperados y que los propios empleados puedan realizar el reporte de riesgos, favoreciendo así el monitoreo y vigilancia por parte de auditores internos y externos; además, también permite compartir con el colaborador los pasos a seguir en caso de algún evento (Másmela et al, 2021; Martin, 2019; Pechené et al, 2023).

En cuanto a situaciones de hostigamiento, intimidaciones o abuso laboral también se pueden reportar por medio de herramientas o aplicaciones móviles, ya sea por mensajes al COPASST y al Comité de Convivencia Laboral o el módulo que tengan destinado a este tipo de casos; esto fomenta la protección de los derechos de los empleados y garantiza que se tomen medidas efectivas para prevenir y abordar el acoso laboral (Martin, 2019).

De acuerdo con los aportes de Martín (2019), la aplicación de las Tic's en la gestión de SST es de gran ayuda para la toma de decisiones y la notificación temprana de posibles eventos que se pueden materializar en accidentes y efectos negativos en la salud en el entorno laboral; además, de que esto facilita la automatización de procesos y la

visualización de zonas de encuentro, vías de emergencia y funciones del personal de emergencia, asegurando respuestas eficaces en situaciones críticas (Martin, 2019).

Respecto a las inspecciones de seguridad, las aplicaciones móviles también permiten detallar el estado de la infraestructura y maquinaria, lo que ayuda a prevenir incidentes y garantizar el buen estado operativo; estas Tic's también están diseñadas para describir digitalmente el estado de herramientas, equipamientos, materiales, kits de primeros auxilios y recursos de emergencia, con el objetivo de evitar el desgaste de sitios de trabajo y posibles eventos accidentales por parte de las partes interesadas y garantizar el adecuado estado de instrumentos y demás elementos empleados en el trabajo (Martin, 2019; Salas, 2022).

Otro aporte de Martin (2019), es sobre como las Tic's facilitan la difusión de ejercicios diseñados para mejorar el estado físico y mental de los empleados, y de consejos de ergonomía postural, lo que promueve el cuidado de la salud durante como fuera de la jornada laboral; paralelamente, este tipo de herramientas permiten la difusión de recomendaciones sobre autocuidado y hábitos saludables, los que ayuda a los empleados a mantener una vida saludable y equilibrada, mejorando su bienestar general (Martin, 2019; Plaza et al, 2021).

El uso de tecnología para enviar recordatorios de tareas del plan anual de actividades es un gran apoyo, en el sentido de que incluye alarmas para actividades como encuentros y registros de Copasst, comités de convivencia, entrenamientos, inducción y reinducción, tratamiento de residuos, supervisiones, análisis de conformidad, informes, monitoreos ambientales, suministro y mantenimiento de EPP, entre otras, según responsabilidades y cargos; esta funcionalidad previene descuidos que pueden causar

problemas significativos e incluso accidentes, asegurando el cumplimiento efectivo del SG-SST (Cárdenas et al, 2020; Pechené et al, 2023; Vásquez et al, 2022).

ZYGHT, un software web y móvil asociado con Microsoft, utiliza Inteligencia Empresarial para facilitar la toma de decisiones en relación con la SST, pues esta herramienta proporciona datos en tiempo real, reduce la duplicación de esfuerzos y cumple con múltiples normativas; este software también permite que bajen los índices de accidentes en los lugares de trabajo y lo demuestra a través de índices de frecuencia (Llamoza, 2020).

Otras herramientas como SELERIA, desarrollada por DmSolutions, y GOSST, creada por Aswan Technologies, también contribuyen a la gestión integral de la SST; SELERIA es una herramienta web que genera mapas de riesgos dinámicos y reportes personalizados, facilitando el cumplimiento normativo sin necesidad de instalaciones locales y GOSST, por su parte, es un software creado para abordar los riesgos en el trabajo, lo que mejora continuamente la gestión de SST, proporcionando una solución escalable y accesible (Llamoza, 2020).

Las páginas web son otra opción Tic's muy útil para registrar y compartir información de los programas de vigilancia epidemiológicas; los empleados pueden consultar cuales fueron los resultados de diagnósticos, pueden aprender conceptos clave sobre la salud laboral, entender sus deberes dentro del programa y recibir sugerencias para llevarlo a cabo en la empresa, fomentando así la participación activa de todas las partes interesadas especialmente las internas en el autocuidado, la prevención de incidentes laborales y patologías relacionadas con sus funciones (Barona et al, 2022).

Por otro lado, Peralta (2020) también hace alusión a las páginas web las cuales los trabajadores podrían tener acceso a través de un aplicativo móvil para scanear códigos QR; a través de esta herramienta lo que se busca es dinamizar la forma en la que se identifican los riesgos en el área de trabajo, pues estos códigos permiten mostrar información sobre protocolos de seguridad y además, contribuye a la formación de los trabajadores y otros actores presentes en el entorno, cabe resaltar que esta aplicación también emitirá datos acerca del cumplimiento de la normatividad del SG-SST en forma de checklist digital (Peralta, 2020).

Así mismo, se considera que las páginas web se pueden adaptar como herramienta pedagógica, donde se puede publicar multimedia interactiva relacionada a pausas activas, consejos para fortalecer competencias personales y sociales, las cuales permiten que el trabajador se desenvuelva en su entorno laboral con seguridad en base al comportamiento; pues Cuesta et al, (2020) señala que al capacitar en salud mental se interviene y se promueve el comportamiento seguro, y se previenen accidentes y patologías en el trabajo, ya que para trabajar seguro no solo se debe poder, sino también saber y querer (Cuesta et al, 2020).

Las Tic's ofrecen diversas herramientas que facilitan la identificación, evaluación y control de los riesgos laborales, además de mejorar la formación y la sensibilización de los trabajadores; la tecnología avanzada ayuda a identificar rápidamente los riesgos y aplicar las medidas y estrategias necesarias para prevenirlos o eliminarlos, convirtiéndose en una ventaja competitiva para las empresas que lo utilizan porque se diferencian de otras al promover la SST (Castro, 2022; Arce, 2021).

Castro (2022), también nombra varias Tics para la gestión de las diferentes disciplinas de la SST, como la medicina preventiva y del trabajo, la higiene en el trabajo, la ergonomía, la seguridad en el trabajo, la psicología y también otra disciplina preventiva enfocada en leyenda, la cual se refiere específicamente de Tic's como las páginas web, APP, redes sociales, drones, simuladores y la gamificación (Castro, 2022).

Desde la medicina preventiva y del trabajo, Castro (2022) nombra diferentes herramientas para su gestión y control como la página web de INSSST y la plataforma CROEMPRL, que son recursos esenciales que proporcionan información actualizada y de alta calidad sobre riesgos laborales y medidas preventivas; estos pueden ser una base para las empresas, pues su capacidad radica en centralizar y diseminar guías, normativas y buenas prácticas, ayudando a los profesionales a mantenerse informados y a implementar medidas preventivas efectivas (Castro, 2022).

Otras herramientas para esta disciplina son la APP de primeros auxilios y un simulador de primeros auxilios, las cuales son innovadoras, ya que permiten entrenar a los trabajadores en la atención de emergencias sin riesgos reales, además estas son accesibles y tienen la capacidad de ofrecer una formación práctica y segura, mejorando la preparación y la respuesta ante situaciones de emergencia; estas herramientas no solo educan, sino que también preparan a los trabajadores para actuar de manera rápida y eficaz, minimizando las consecuencias de los incidentes (Castro, 2022).

Respecto a la Higiene en el trabajo, se presentan cuestionarios de autoevaluación, pues son herramientas eficaces para que los trabajadores y empleadores identifiquen posibles riesgos higiénicos en sus entornos laborales; esta Tic está en la capacidad de promover la autorreflexión y la identificación proactiva de riesgos, facilitando la

implementación de medidas correctivas antes de que se materialicen problemas graves (Castro, 2022).

Asimismo, el uso de simuladores de realidad virtual en la higiene laboral permite recrear entornos de trabajo donde los trabajadores pueden identificar y mitigar riesgos sin exposición real (Moreno, 2024); PRLaxis, como red social específica para la prevención de riesgos, facilita la interacción y el intercambio de buenas prácticas entre profesionales. Por lo que ambas herramientas fortalecen la formación y la colaboración en el ámbito de la higiene laboral, permitiendo una gestión más eficaz de la SST a través de la educación y la simulación de situaciones de riesgo (Castro, 2022).

Acerca de la Ergonomía, herramientas como Sergomater y SmartOSH ofrecen soluciones tecnológicas para evaluar y optimizar las condiciones ergonómicas en el lugar de trabajo, pues cuentan con la capacidad de proporcionar datos precisos y recomendaciones personalizadas que ayudan a prevenir lesiones musculoesqueléticas; estas herramientas permiten a los gestores de SST monitorear continuamente las condiciones ergonómicas y realizar ajustes necesarios para mejorar la salud y el bienestar de los trabajadores (Castro, 2022).

El uso de drones, juegos digitales para la manipulación manual de cargas y simuladores virtuales para la formación de trabajadores en ergonomía ofrece una perspectiva innovadora y segura para la identificación y corrección de prácticas ergonómicamente incorrectas; estas herramientas permiten una monitorización continua y la implementación de mejoras ergonómicas efectivas, contribuyendo a una gestión más efectiva de los riesgos ergonómicos y a la reducción de lesiones (Castro, 2022).

Sobre la Seguridad en el trabajo, herramientas como Prevención10, OiRA (Online Interactive Risk Assessment) y Apptualize ofrecen plataformas digitales para la evaluación y gestión de riesgos; su fortaleza principal es la capacidad de proporcionar evaluaciones de riesgos detalladas y guías prácticas que facilitan la implementación de medidas preventivas, permitiendo una gestión centralizada y sistemática de la seguridad en el trabajo, mejorando la capacidad de las empresas para identificar y mitigar riesgos (Castro, 2022).

Plataformas como Difusión de Acciones PRL CEOE y Evaluación de Riesgos Sabentis permiten la difusión amplia de información preventiva y la evaluación precisa de riesgos; estas herramientas fortalecen la comunicación y la transparencia en la gestión de la seguridad laboral, asegurando que todos los empleados estén informados y participen en la cultura preventiva de la empresa (Castro, 2022).

De igual manera, herramientas como Safety Inspector, YouTube, OSHWiki y LinkedIn ofrecen recursos educativos y plataformas de interacción para la mejora continua en SST; son accesibles a información variada y la posibilidad de compartir y discutir buenas prácticas a nivel global, además, facilitan la gestión del conocimiento y el aprendizaje continuo, mejorando la capacidad de las empresas para mantenerse actualizadas y adaptarse a nuevas normativas y tendencias en SST (Castro, 2022).

En atención a la Psicología, las aplicaciones como ApprevenirT, junto con herramientas de evaluación psicosocial como FPSICO 4.0 y COPSOQ-ISTAS21, son esenciales para identificar y gestionar los riesgos psicosociales en el trabajo; estas cuentan con la capacidad de ofrecer evaluaciones detalladas y personalizadas, promoviendo un ambiente laboral más saludable y equilibrado, permitiendo que los profesionales de SST

aborden de manera proactiva los factores psicosociales, mejorando el bienestar y la satisfacción de los empleados (Castro, 2022).

Para complementar, Londoño et al, (2023) recopila más diseños y herramientas software los cuales fueron creados para apoyar los procesos de inspección, medición y evaluación de riesgos en el trabajo, así como a los diferentes subprogramas de la SST mencionados anteriormente incluyendo los servicios médicos para los trabajadores; estas Tic's son SARA-SST NOVASOFT-GTH, MEJORAMISO-SST, ISISMAWEB Salud Ocupacional, SUITE Versión Empresarial-SGSST, LEGIS-GH y ZYGHT-HSEQ, entre otros, se distinguen por su amplia posibilidad de personalización, acceso desde aparatos portátiles o móviles, con respaldo técnico y de conservación, y su uso de componentes tecnológicos enfocados en cumplir diversos requerimiento de servicio (Londoño et al, 2023).

Respecto a las auditorías internas, Martínez (2020) trae a colación la efectividad de llevarlas a cabo por medio de la tecnología como plataformas digitales como Microsoft Teams para hacer los respectivos encuentros virtuales entre las partes, las reuniones de inicio y cierre, compartir y presentar la documentación requerida para los ejercicios de revisión e inspección, etc.; por lo que este tipo de herramientas permiten cumplir con el programa de auditoría y la evaluación del desempeño del SG-SST.

Continuando con las herramientas emergentes, Moreno (2024) comenta que estas incluyen principalmente la inteligencia artificial (IA), Internet de las Cosas (IoT), robótica avanzada, y realidad virtual (RV) y aumentada (RA); donde especialmente la IA ha permitido desarrollar sistemas predictivos que analizan datos para anticipar incidentes y facilitar respuestas proactivas, y el IoT que utiliza sensores integrados en equipos de

protección personal para monitorear en tiempo real las condiciones de los trabajadores, han revolucionado los sistemas de producción y la gestión de riesgos laborales (Moreno, 2024).

Por un lado, la inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta esencial en la gestión de SST, al utilizar los algoritmos avanzados y técnicas de aprendizaje automático, la IA puede procesar grandes cantidades de datos para identificar patrones, tendencias y comportamientos de los trabajadores para predecir posibles incidentes, permitiendo la implementación de medidas preventivas antes de que ocurran accidentes; además, la IA ayuda en la automatización de tareas peligrosas, reduciendo la exposición de los trabajadores a riesgos (Moreno, 2024; Blandón, 2023; Vallejo et al, 2022; Aguilar, 2020).

En ese sentido, la IA también facilita la automatización de tareas repetitivas y tediosas, liberando a los profesionales de SST para enfocarse en actividades de mayor valor, como la elaboración de estrategias de seguridad y la formación de trabajadores, incrementando no solo la eficiencia, sino también reduciendo la posibilidad de errores humanos, mejorando así la precisión en la gestión de riesgos; además, la IA puede proporcionar recomendaciones en tiempo real para la toma de decisiones, lo que permite una respuesta rápida y efectiva ante situaciones de emergencia (Blandón, 2023; Aguilar, 2020).

Retomando el análisis predictivo, esta es otra aplicación crucial de la IA en gestión de la SST, pues al analizar datos históricos y actuales, los sistemas de IA pueden prever eventos peligrosos y sugerir medidas preventivas antes de que ocurran; esta capacidad de predicción permite a las organizaciones implementar estrategias proactivas en lugar de reaccionar ante los incidentes después de que ocurran. Esto no solo mejora la seguridad de

los trabajadores, sino que también puede reducir los costos asociados con los accidentes laborales y las interrupciones en la producción (Moreno, 2024; Blandón, 2023; Vallejo et al, 2022; Aguilar, 2020).

También hay que tener en cuenta que el empleo de la IA en la supervisión del trabajo, como la videovigilancia, GPS, drones, wearables, entre otros, va más allá de simplemente asegurar que se cumplan las tareas laborales con precisión; estas tecnologías también deben integrar métodos matemáticos o estadísticos avanzados para analizar comportamientos y crear perfiles, para identificar posibles riesgos derivados de conductas que excedan los estándares de riesgo aceptables. En escenarios donde la información no es tan detallada, estos análisis avanzados permiten detectar y gestionar riesgos de manera más efectiva, mejorando así la seguridad y la prevención en el lugar de trabajo (Aguilar, 2020).

Ahora haciendo énfasis nuevamente en el internet de las cosas, esta es una tecnología fundamental en la gestión de SST, ya que la integración de sensores y dispositivos conectados permite el monitoreo constante de las condiciones laborales; por ejemplo, Moreno (2024) menciona que los sensores pueden medir la exposición a sustancias peligrosas y alertar en tiempo real a trabajadores y supervisores sobre cualquier cambio peligroso en el ambiente, además, los dispositivos portátiles, como las camisetas sensorizadas, pueden monitorear la postura y los movimientos para mejorar la ergonomía y prevenir lesiones (Moreno, 2024; Aguilar, 2020).

Por otro lado, Smart SST es una aplicación web que tiene varias ventajas importantes, como su capacidad para almacenar y actualizar informes de SST en formato Excel, lo cual facilita el mantenimiento de un registro detallado, permitiendo a las empresas mejorar sus prácticas de seguridad de manera continua a través de análisis basados en

criterios específicos de SST; por lo que la integración de tecnologías de la información y la automatización de procesos simplifican las operaciones internas, ahorrando tiempo y mejorando la toma de decisiones mediante el acceso eficiente a la información actualizada (Mosquera et al, 2022).

No obstante, Mosquera et al, (2022) señala que Smart SST también presenta debilidades considerables, pues al haberse diseñado en el año 2020 con una operatividad específica ha estado desactualizado, por lo que al recibir nuevas funciones de manera ineficiente, se ha afectado su estructura y facilidad de uso tanto para los técnicos como para los trabajadores, dificultando las actualizaciones y el mantenimiento del sistema; en este tipo de situaciones es necesario reestructurar y configurar los aplicativos para que cumplan su función en el desarrollo de informes y diagnósticos (Mosquera et al, 2022).

Continuando, otra desventaja de las Tic's es la ausencia de un estándar que integre diversas tecnologías, pues limita la optimización y el rendimiento uniforme del SG-SST en todas las empresas, ya que sin un estándar común y la falta de interoperabilidad entre sistemas puede generar silos de información, limitar la visibilidad y análisis integral de los datos de SST, e impedir la mejora continua del desempeño en materia de seguridad y salud, además, las empresas pueden enfrentar desafíos para demostrar el cumplimiento de manera uniforme (Albújar et al, 2022).

A su vez, algunas de las herramientas Tic's actuales presentan diseños para necesidades particulares de ciertos sectores productivos o son casos específicos de empresas con ciertas características, lo que puede no ser aplicable o efectivo en otros sectores; de esta forma, el surgimiento y desarrollo de estas herramientas como la WSD y la

herramienta BIM para el sector de construcción, dificultan no solo su estandarización, sino la adaptabilidad y efectividad en diferentes contextos empresariales (Albújar et al, 2022).

Ahora bien, aunque la implementación y mantenimiento de las Tic's se considera fundamental para mantener su eficiencia y seguridad, parte de la inversión en las tecnologías avanzadas puede ser costosa de acuerdo a Martin (2019), lo que puede ser un limitante para su adopción, y el sostenimiento y actualización continua podrían representar una debilidad financiera y operativa para la organización, pues estos costos pueden también acumularse con el tiempo y trazar una carga financiera constante (Martin, 2019).

Otros aspecto crucial, es la necesidad de capacitación para implementar nuevas tecnologías, pues la falta de conocimiento adecuado o recursos para la formación puede ser una barrera significativa para el uso efectivo de las herramientas en mención; es fundamental que el personal comprenda claramente cómo usar las Tic's efectivamente, además, la capacitación debe enfocarse en las habilidades, tiempo y métodos de formación adecuados, incluyendo la evaluación del progreso, para ajustar la capacitación y garantizar un aprendizaje continuo y sostenible.

En cuanto al diseño de las herramientas Tic's que son utilizadas para la gestión de SST, las que se basan en requisitos legales o normativas, limitan su flexibilidad y adaptabilidad a diferentes países y sus contextos empresariales, las cuales tienen sus propias necesidades y requisitos; estas herramientas basadas en normativas específicas pueden no ser escalables ni adaptables a cambios en la regulación o en respuesta a los cambios en las necesidades de las organizaciones, además, pueden dificultar la coordinación con otros sistemas de gestión.

Respecto a la dependencia tecnológica, se considera que la efectividad de los softwares está condicionados a la disponibilidad y funcionamiento adecuado del hardware, lo que podría ser una debilidad si se presentan fallas técnicas o problemas de compatibilidad lo que afectaría también directamente la aplicación que se esté llevando en la gestión de la SST; igualmente, se puede presentar una dependencia del software específico, si no tiene un soporte adecuado o las actualizaciones requeridas para su correcto desempeño.

Un claro ejemplo del anterior factor, es la realidad virtual o también tecnología de visualización, la cual es una herramienta que tiene dependencia tanto del software como del hardware, en el caso de software modela la información análoga que recibe del hardware y la proyecta, mientras que en el caso del hardware la sensorica tiene que ser la más actualizada para proyectar la información clara en el software; son una codependiente de la otra, si no se actualizan en simultaneo puede que no tengan el rendimiento esperado o que tengan problemas de compatibilidad (Moreno, 2024).

La limitación de algunas Tic's a sistemas operativos como IOS y Android, puede reducir la accesibilidad y usabilidad frente a las diferentes tecnologías en la gestión de SST para las empresas que requieren de aplicativos móviles; esta restricción podría dificultar la implementación de herramientas digitales en entornos laborales que utilizan sistemas operativos menos comunes, además, la falta de accesibilidad uniforme puede afectar la eficacia de la gestión de riesgos y la comunicación de emergencias, ya que no todos los empleados podrían acceder a las mismas plataformas tecnológicas (Martin, 2019; Pechené et al, 2023).

8.1.2 Los factores externos

La diversidad de peligros en los sectores laborales presenta una oportunidad significativa para la implementación de Tic's en la gestión de la SST; esta variabilidad puede ser abarcada por herramientas tecnológicas y software, desde aplicaciones simples hasta soluciones más sofisticadas, para abordar las necesidades específicas de cada sector, además, esta adaptación y personalización puede resultar en una mejora considerable del desempeño del SG-SST, al proporcionar herramientas más efectivas y especializadas para la identificación, evaluación y control de riesgos en distintos entornos laborales (Albújar et al, 2022).

Por otra parte, la implementación del Building Information Modeling (BIM), representa una oportunidad significativa para mejorar la gestión de la SST en sectores de edificación, infraestructura e ingeniería, donde suelen estar expuestos a un sin número de peligros; esta herramienta revoluciona la manera en que se abordan los riesgos potenciales al identificar de forma automática los peligros, para facilitar la aplicación de medidas preventivas específicas mediante métodos automáticos (Albújar et al, 2022).

Este enfoque avanzado no solo fortalece la detección temprana de riesgos, sino que también optimiza la eficiencia y la exactitud en la gestión de la SST; esto también proporciona a las industrias nuevas y a las que no lo son, que aún no aplican las Tic's para la gestión de SST, las capacidades y herramientas para mantener estándares elevados en la protección de los empleados y la prevención de incidentes.

La adopción de tecnología avanzada es indispensable para fomentar la transformación cultural estratégica en las empresas, promoviendo la evolución digital e

innovación; además, al integrar el SG-SST a la industria 4.0, se garantiza la optimización del análisis seguro de datos de SST, permitiendo el uso de técnicas avanzadas como el análisis predictivo y prescriptivo para anticipar riesgos y proponer soluciones preventivas (Másmela et al, 2021).

De acuerdo a lo anterior, al entrar en el mundo de las Tic's especialmente para aprovecharlo en la labor de la seguridad y salud de los trabajadores, las empresas tienen la posibilidad de desarrollar e implementar soluciones tecnológicas innovadoras que no solo mejoren sus procesos internos, sino que también aseguren el cumplimiento de las normativas vigentes, incluso, mediante el uso adecuado de las Tic's es posible validar estas soluciones ante las entidades reguladoras, garantizando su eficacia y conformidad con las leyes y regulaciones pertinentes (Másmela et al, 2021).

En ese sentido, el desarrollo de herramientas Tic's como las aplicaciones móviles según Martín (2019), permitirá a las empresas cumplir con la legislación vigente sobre SST, evitando sanciones potenciales; igualmente, contribuirán a la gestión de los riesgos laborales presentes en las actividades, con el objetivo de prevenir accidentes y enfermedades laborales que podrían surgir por la falta de conocimiento y formación en el tema, afectando tanto a empleados directos e indirectos como a contratistas (Martin, 2019; Pechené et al, 2023).

Herramientas como HSEQ, SSOMA, ZYGHT y otras Tic's, permiten a las empresas cumplir no solo con la normatividad a nivel nacional del SG-SST, sino también con diversos estándares internacionales como lo son la ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 Y OSHAS 18001, que al mismo tiempo mejoran la eficiencia y reducen los costos asociados a incidentes y problemas ambientales, promoviendo la mejora continua (Llamoza, 2020).

A pesar de la variedad de beneficios que ofrecen las herramientas digitales para la gestión de SST, en Colombia, la disponibilidad de sistemas operativos o aplicaciones web desarrolladas localmente es limitada; esta carencia crea una dependencia hacia soluciones importadas, que suelen ser costosas y no siempre adecuadas para el contexto específico del país, además, muchas de estas herramientas son ofrecidas por compañías de seguros a precios altos, lo que puede representar una carga financiera significativa para las pequeñas y medianas empresas que buscan implementar soluciones efectivas para la gestión de SST (Másmela et al, 2021).

La falta de desarrollo de sistemas operativos y aplicaciones web nacionales limita la competitividad y la capacidad innovadora de las empresas colombianas en el contexto de la SST; invertir en el desarrollo local de estas tecnologías podría no solo reducir los costos y la dependencia de soluciones extranjeras, sino también asegurar que las herramientas estén adaptadas a las normativas y necesidades específicas del país, promoviendo así una gestión más eficiente y segura de la SST.

Otra problemática importante es la distribución ilegal de aplicaciones en el mercado negro; estas versiones piratas, aunque pueden parecer una alternativa económica para las empresas que buscan reducir costos, conllevan riesgos significativos (Másmela et al, 2021). En primer lugar, la falta de actualizaciones en las aplicaciones piratas significa que no reciben mejoras ni parches de seguridad, dejando a las empresas vulnerables a ciberataques y a la pérdida de datos sensibles, lo que incluso podría llevar al incumplimiento de normas legales, esto genera más problemas de los que resuelve (Másmela et al, 2021).

Para las empresas que tienen rigurosas políticas de manejo de información puede resultar expuestos a riesgos cibernéticos o, en otras palabras, pueden estar en una posición

vulnerable respecto a los datos que se entreguen a las herramientas, compañías si se terceriza el servicio de desarrollo o en su defecto a contratistas para desarrollo de aplicaciones o herramientas Tic's, lo que puede perjudicar la gestión de la SST o la confidencialidad de los datos de los trabajadores (Martin, 2019; Macias, 2022).

La implementación de aplicativos para la gestión de SST, también se puede ver obstaculizada por la falta de interconectividad a la red de internet, especialmente para las empresas que están situadas en áreas rurales o regiones con infraestructura tecnológica deficiente, lo que impide la recopilación y carga de datos en tiempo real; la imposibilidad de cargar datos en tiempo real significa que la información crítica, como incidentes de seguridad, condiciones de salud de los empleados y otros datos relevantes, no se puede registrar y analizar de inmediato (Másmela et al, 2021; Martin, 2019).

Los softwares y aplicativos diseñados para la gestión de SST se quedan desactualizados debido a que las versiones más recientes se basan en normas antiguas, como la Resolución 1016 de 1989, la Resolución 1111 de 2017 y la Resolución 4919 de 2018, que han sido derogados y reemplazados por nuevas normativas, como la Resolución 0312 de 2019; es fundamental desarrollar una nueva versión o crear nuevos aplicativos webs que se ajusten y operen según la normativa más reciente, para asegurar la eficacia y la conformidad con las regulaciones actuales (Másmela et al, 2021).

Adicional, En términos de obsolescencia tecnológica, la aplicación de las Tic's en la gestión de SST también se puede ver amenazada por la rápida evolución de la tecnología (Albújar et al, 2022), lo que puede llevar a que el software utilizado u otra herramienta se vuelva obsoleto, requiriendo actualizaciones constantes para mantener su funcionalidad y eficacia; estas actualizaciones no solo implican un costo económico significativo, sino que

también pueden requerir recursos adicionales para capacitar al personal y adaptar los sistemas, aumentando la complejidad de la gestión de SST.

Reanudando el tema de la IA, si bien es cierto, varios autores como Moreno, (2024), Blandón (2023), Vallejo et al, (2022) y Aguilar (2020) encuentran esta herramienta como una ventaja para la gestión de la SST, otros estudios como el de Macias (2022, 2023, 2024) muestran otra perspectiva al respecto; en primer lugar, se plantea la IA como “nula o con poca aplicación en procesos de prevención e identificación de accidentes de trabajo” pues la utilización del mismo puede desencadenar nuevos riesgos o entorpecer la gestión de la SST, produciendo incidentes en vez de evitarlos (Macias, 2022).

Para contextualizar, la Tic's es imparcial, por lo que está sujeto al manejo que se dé para la gestión de la SST; como se ha mencionado anteriormente, aunque esta herramienta ofrece varias oportunidades, también puede significar consecuencias en el trabajador traducidas a incidentes si el trabajador considera tomar la solución aportada por la IA y esta ha sido incorrecta, pues el resultado o contestación que realiza es automática, sin intervención humana, esto último es importante porque una herramienta no es capaz de tomar una decisión por sí solo, solo brindan datos (Macias, 2023).

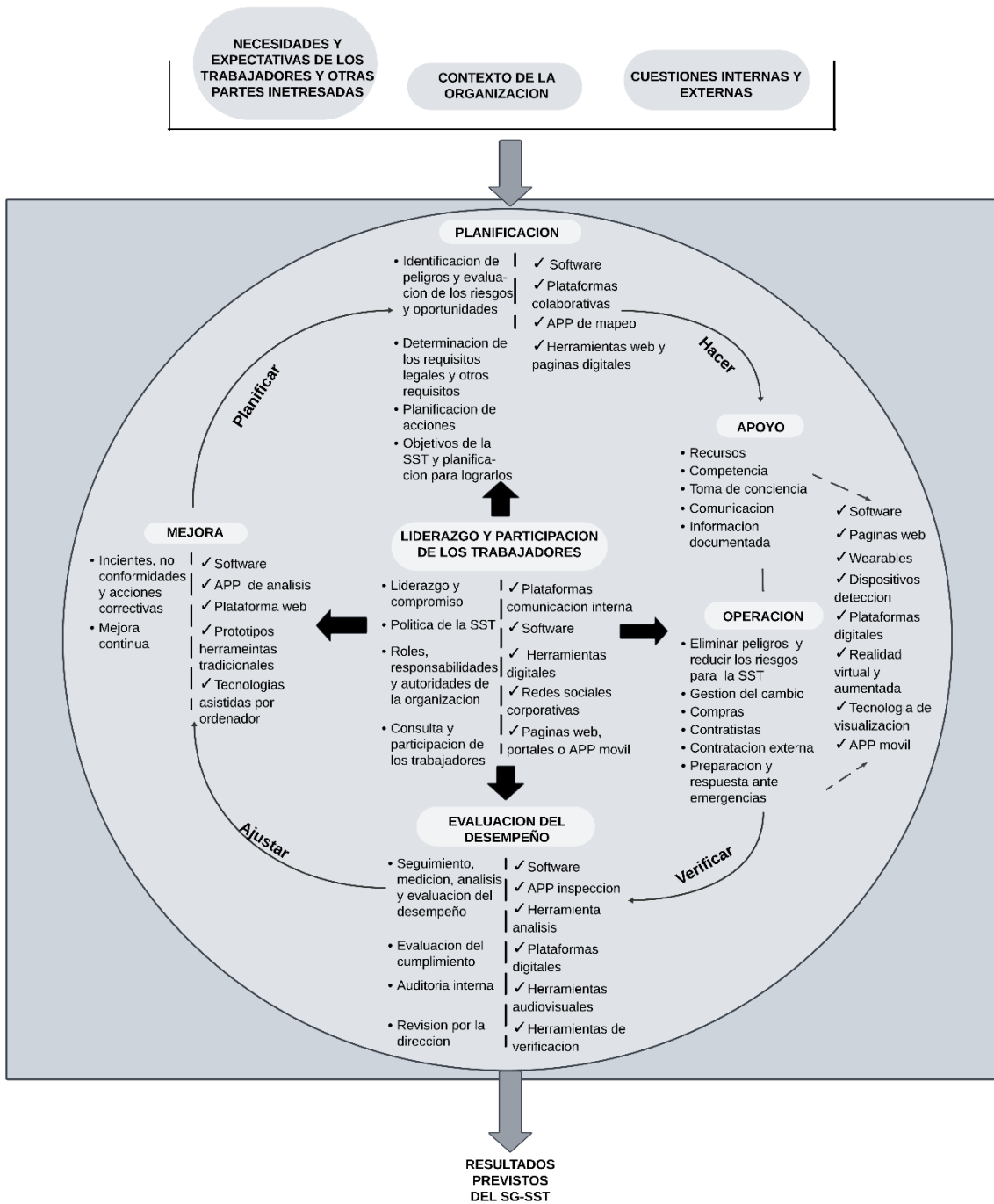
De la misma forma, se alude que el sistema de la IA puede mantener condiciones de discriminación o que su ausencia de confidencialidad puede traer consecuencias negativas respecto a los derechos a la seguridad de los datos personales y a la privacidad de los trabajadores; la IA no se trata de inteligencia en sí misma, sino de predicción, por lo que no sería apropiado compararlo con las facultades cognitivas del ser humano o en este caso con un profesional, el cual tiene la capacidad de utilizar información proveniente de una fuente de diversas maneras (Macias, 2024).

En conclusión, las Tic's en la SST son esenciales y pueden ser una opción para crear ambientes de trabajo más seguros y eficientes, siempre y cuando su implementación sea realmente adecuada, permitiendo una mejor gestión de los riesgos del trabajo, un monitoreo constante de las condiciones laborales, una formación más efectiva y una comunicación fluida; y aunque se considera que estas tecnologías no solo mejoran la SST, sino que también contribuyen al bienestar general de los empleados y al progreso organizacional, también es imperativo que conozcan que las herramientas también pueden conllevar a riesgos.

8.2 Contexto general de la aplicabilidad Tic's en la SST

En el contexto de la aplicación las Tic's en SST, se destaca la integración de herramientas digitales a lo largo del ciclo PHVA de la norma ISO 45001:2018; desde la fase de Planificar hasta Ajustar, las TIC facilitan la gestión eficiente de riesgos, la comunicación entre partes interesadas, la realización de auditorías internas, y la mejora continua de políticas y procedimientos, promoviendo así un entorno laboral seguro y cumpliendo con los estándares normativos vigentes.

Figura 7. Mapa de proceso



El mapa de procesos basado en el ciclo PHVA de la ISO 45001:2018, se organiza en cuatro fases: Planificar, Hacer, Verificar y Ajustar; cada fase contiene actividades específicas asociadas a la gestión de la SST, donde las Tic's recomendadas están vinculadas

a cada actividad, facilitando su gestión. Por ejemplo, en la fase de "Planificar", se sugiere el uso de Software para la identificación de peligros, entre otras, de forma que, este enfoque sistemático propone una integración efectiva de las Tic's en cada etapa del ciclo.

8.2.1 Etapa de Planear

En la etapa de planear, las herramientas Tic's aplicables incluyen software de gestión de riesgos, que permite la identificación, evaluación y monitoreo de riesgos, y plataformas de colaboración, que facilitan la comunicación y el intercambio de información entre las partes interesadas (Albújar et al, 2022).

Aquí, es crucial establecer una política clara y comunicarla efectivamente dentro de la organización, por lo que herramientas como ISOTools son fundamentales para evaluar riesgos, planificar políticas y definir objetivos de SST, asegurando que todos comprendan sus responsabilidades en la seguridad; además, definir roles y responsabilidades con herramientas como Safe Mode garantiza una ejecución ordenada y efectiva del plan (Aguilera et al, 2023; Rojas, 2021).

Asimismo, la identificación precisa de riesgos y oportunidades forma la base para un SG-SST robusto; Herramientas como Alissta y Guardian de la Productividad de Seguros Bolívar son esenciales para analizar peligros, planificar acciones preventivas y evaluar riesgos detalladamente; la implementación de medidas preventivas precisa, basada en la planificación rigurosa con herramientas como Intalex y Cority, asegura que los recursos necesarios estén disponibles y se gestionen eficientemente para mitigar riesgos (Rojas, 2021).

En la fase de planificación, también es crucial la colaboración de todas las partes interesadas; plataformas de colaboración como Microsoft Teams y Slack permiten una comunicación efectiva entre los distintos niveles y departamentos de la empresa, facilitando la detección de necesidades y expectativas de cada grupo, asegurando que las políticas y objetivos de SST se alineen con las metas organizacionales generales, promoviendo así un compromiso más sólido y una ejecución más eficiente de las medidas de seguridad (Martínez, 2020).

Además de establecer políticas y objetivos claros, la fase de planificación también requiere la identificación y valoración de los requisitos legales y otros requisitos aplicables; herramientas como Ridsso y Safe Mode son útiles en este sentido, proporcionando análisis detallados de los requisitos normativos y ayudando a planificar acciones específicas para cumplir con estas exigencias (Rojas, 2021).

La integración de estas herramientas asegura que la organización opere en el contexto legal definido, reduciendo así los riesgos legales y mejorando la conformidad con las normativas vigentes.

Por otra parte, la fase de planificación no solo se trata de establecer políticas y procedimientos, sino también de preparar a la organización para responder de manera efectiva a emergencias y cambios inesperados; herramientas como Autodesk Revit y Bentley Systems, a través del modelado de información de construcción (BIM), permiten integrar consideraciones de seguridad desde el diseño inicial, mejorando la preparación ante situaciones de emergencia y minimizando riesgos potenciales durante la ejecución de proyectos (Mora, 2021).

En cuanto a la evaluación, lo positivo de esta etapa es que facilita un entorno laboral seguro y saludable, fomentando una cultura de seguridad, pero lo negativo incluye la dependencia de la tecnología y la necesidad de capacitación continua; los riesgos asociados pueden incluir la ineficiencia por problemas tecnológicos o la falta de capacitación adecuada (Albújar et al, 2022).

Tabla 2. Tic's para la etapa del planear

Nombre de la herramienta	Funcionalidad	Gratis	De pago
Alissta (ARL Positiva)	Identificación de riesgos, planificación de acciones preventivas, diseño de programas de capacitación y formación, desarrollo de políticas de SG-SST.	X	
Autodesk Revit, Bentley Systems	BIM (modelo de información de construcción), mediante esta herramienta se pueden identificar y evaluar riesgos mediante modelos 3D, ayuda a planificar medidas preventivas integradas en el diseño, mejorar la coordinación entre disciplinas, secuenciar tareas para minimizar riesgos y capacitar a los trabajadores a través de simulaciones.		X
Casco HQ	Posibilita la identificación de riesgos y la planificación de acciones preventivas mediante el análisis de datos históricos y vigentes.		X
Guardian de la Productividad (Seguros bolívar)	Valoración de riesgos laborales, planificación de medidas preventivas, desarrollo de cronogramas de formación, diseño de procedimientos de seguridad.	X	
Intelex, Cority	Software de gestión de riesgos para ayudar a las pymes a gestionar riesgos de la SST.		X
ISOTools	Evaluación de riesgos, planificación de políticas y objetivos del sistema de gestión de SST, desarrollo de programas de seguridad y		X

	salud, gestión de recursos necesarios.	
OiRA	Plataforma digital para la evaluación y gestión de riesgos, proporcionando evaluaciones detalladas y guías prácticas.	X
PRLaxis	Red social específica para la prevención de riesgos, facilita la interacción y el intercambio de buenas prácticas entre profesionales.	X
Ridsso (ARL Sura)	Análisis de peligros, planificación de controles de riesgos, establecimiento de objetivos de SG-SST, creación de planes de trabajo anuales.	X
Safe Mode	Planificación estratégica de SG-SST, evaluación de riesgos, desarrollo de planes de acción, programación de auditorías internas.	X
SafetyCulture	Permite la creación de listas de verificación personalizadas para identificar riesgos y planificar medidas preventivas.	X
SIGGA	Identificación y valoración de riesgos, planificación de controles y medidas preventivas, desarrollo de programas de SST.	X
Smart SST	Aplicación web para almacenar y actualizar informes de SST, mejorando la gestión de prácticas de seguridad a través del análisis de datos.	X
SparkCognition, IBM Watson	Aplicaciones de IA que analizan datos de SST para identificar patrones y predecir incidentes, sugiriendo medidas correctivas.	X
Tableau, Power BI	Herramientas ANP (Analytic Network Process) para el análisis de datos de seguridad.	X

8.2.2 Etapa Hacer

Durante la etapa de hacer, las herramientas Tic's aplicables son sistemas de gestión de formación, que garantizan la competencia y formación continua del personal, y plataformas de comunicación interna, que aseguran una comunicación eficaz dentro y fuera de la organización; en esta etapa, es esencial proveer los recursos que se requieran para implementar y el mantenimiento del SG-SST, pues asegurar la competencia y formación del personal es clave, garantizando que los empleados posean la formación y competencias necesarias.

La ejecución efectiva de acciones planificadas es crucial. Safe Mode es instrumental para implementar acciones preventivas y correctivas, así como para realizar simulacros de emergencia, asegurando que las medidas de seguridad sean aplicadas de manera efectiva; la evaluación ergonómica con herramientas como Ergoniza y la implementación de mejoras con SIGGA aseguran condiciones laborales seguras y confortables para los colaboradores.

Asimismo, hay que garantizar que los contratistas acaten los estándares de SST mediante herramientas como Gestión ARL de ARL Sura es vital; el uso de SafetyCulture Software permite la implementación de inspecciones regulares y controles operacionales, mientras que Casco HSEQ Software, ayuda en la gestión de programas de capacitación y comunicación organizacional, garantizando que todos los empleados estén preparados e informados sobre las medidas de seguridad.

En términos de evaluación, lo positivo de esta etapa es la mejora continua en la formación y competencia del personal, y la preparación ante emergencias, sin embargo, lo

negativo incluye los costos elevados relacionados con el desarrollo, implementación y mantenimiento de tecnologías; los riesgos pueden surgir de fallos en la comunicación interna y la falta de formación adecuada, que pueden conducir a incidentes (Másmela et al, 2021).

Tabla 3. Tic's para la etapa del hacer

Nombre de la herramienta	Funcionalidad	Gratis	De pago
Avanbox	Plataforma para la gestión documental y de flujos de trabajo, mejorando la organización y control de la SST.		X
Blender, FreeCAD , Software de creación 3D, permiten identificar y valorar riesgos en el			
Autodesk	entorno de trabajo, planificar medidas de seguridad efectivas, y simular escenarios peligrosos	X	
Casa Limpia	Herramienta para gestionar y mejorar la limpieza y el orden en los lugares de trabajo.		X
Casco HQ	Implementa programas de capacitación y protocolos de seguridad mediante herramientas de gestión de tareas y comunicación interna.		X
Ergoniza	Evaluación ergonómica de puestos de trabajo, implementación de mejoras ergonómicas, formación sobre ergonomía, control de riesgos ergonómicos.	X	
Fitbit, Garmin,	Wearables para el seguimiento de la salud de los trabajadores.		
Apple Watch			X
Form.com,	EzForms para la digitalización de formularios y procesos.		
ProntoForms			X
Gestión ARL (ARL) Ejecución de medidas preventivas, implementación de planes de acción en seguridad y salud, desarrollo de capacitaciones y formaciones		X	

Sura)	específicas.	
ISOTools	Implementación de medidas planificadas, realización de auditorías internas, ejecución de programas de mitigación de riesgos, formación de colaboradores.	X
Microsoft	Tecnología de visualización para la visualización de datos de seguridad.	
HoloLens, Oculus		X
Rift		
ProGlove,	Dispositivos de seguridad wearable (WSD) para el monitorear en tiempo real la seguridad y salud de los colaboradores como, por ejemplo, guantes inteligentes que mejoran la ergonomía y reducen el riesgo de lesiones o cascos inteligentes que monitorean el entorno, detectan peligros y envían alertas inmediatas para prevenir accidentes.	X
Guardhat		
RAE Systems, BW	Dispositivos de detección portátil, como detectores de gas y medidores de ruido, para identificar riesgos ambientales en tiempo real.	X
Technologies		
Safe Mode	Implementación de acciones preventivas y correctivas, ejecución de programas de formación y capacitación, realización de simulacros de emergencia.	X
SafetyCulture	Facilita la implementación de inspecciones regulares y controles operacionales mediante listas de verificación digitales y formularios.	X
Sergomater	Soluciones tecnológicas para evaluar y mejorar las condiciones ergonómicas en el lugar de trabajo.	X
SIGGA	Ejecución de medidas preventivas y correctivas, implementación de programas de capacitación, desarrollo de inspecciones de seguridad.	X
Unity Technologies	Plataforma Unity para el desarrollo de realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV).	X

8.2.3 *Etapa Verificar*

En la fase de verificar, las herramientas Tic's aplicables incluyen software de auditoría y cumplimiento, que facilita la realización de auditorías internas y la valoración del cumplimiento legal, y plataformas de monitoreo y análisis, que permiten la supervisión continua y evaluación del desempeño en SST; esta etapa implica monitorear, medir, analizar y evaluar el desempeño del SST mediante la implementación de sistemas de supervisión continua (Cárdenas y Delgado, 2020; Nqa, 2018).

Para ello, herramientas como Check List HSEQ son útiles para realizar auditorías y verificar la implementación de medidas de seguridad de manera sistemática; la realización de auditorías internas con Safe Mode y ISOTools asegura el cumplimiento de los estándares de SST y proporciona datos críticos para ajustes necesarios en el sistema (Rojas, 2021).

Además, evaluar el desempeño del SG-SST con herramientas como SIGGA y SafetyCulture Software permite identificar áreas de mejora continua, donde estas herramientas no solo ayudan en la gestión de acciones correctivas y preventivas, sino que también facilitan el ajuste de políticas y procedimientos para optimizar la SST; la implementación de mejoras continuas con Casco HSEQ Software asegura que el sistema evolucione según las necesidades cambiantes de la organización y las condiciones laborales.

La evaluación de esta etapa muestra que lo positivo es asegurar la efectividad del SG-SST y el acatamiento de normativas, no obstante, lo negativo puede incluir la dependencia de la tecnología y la necesidad de auditorías periódicas; los riesgos asociados

pueden surgir de posibles inconsistencias en la aplicación del sistema debido a la falta de estándares integrados (Cárdenas y Delgado, 2020).

Tabla 4. Tic's para la etapa del verificar

Nombre de la herramienta	Funcionalidad	Gratis	De pago
App para Inspección (ARL Bolívar)	Realización de inspecciones de seguridad, seguimiento de acciones correctivas, verificación de condiciones de trabajo, gestión de reportes.	X	
Casco HQ	Monitoriza el cumplimiento de políticas de seguridad a través de auditorías y seguimiento de incidentes.		X
Check List HSEQ	Realización de auditorías y chequeos de cumplimiento, verificación de ejecución de medidas de seguridad, control de cumplimiento de normativas.	X	
Coursera, Udemy, DuPont	E-learning y plataformas digitales para capacitación en línea con programas interactivos y módulos de formación.		X
Sustainable Solutions			
Forklift Simulator, VR Safety Training	Simuladores específicos para la capacitación en manipulación manual de cargas.		X
FPSICO 4.0 y COPSOQ-ISTAS21	Herramientas para la evaluación de riesgos psicosociales en el trabajo.	X	
ISOTools	Auditorías internas de SG-SST, control de indicadores de seguridad, evaluación de cumplimiento de objetivos, gestión de informes de auditoría.		X
Matriz Legal (ARL Colpatria)	Verificación de cumplimiento normativo en SST, seguimiento de cambios legislativos, evaluación de conformidad legal.	X	

Safe Mode	Verificación de cumplimiento de medidas de SG-SST, seguimiento de auditorías, evaluación de eficacia de acciones implementadas, control de registros.	X	
Culture	Ayuda en la monitorización y auditoría de las condiciones laborales y el seguimiento de las políticas de seguridad.	X	
SIGGA	Monitoreo y verificación de cumplimiento de medidas de seguridad, control de registros y auditorías internas, seguimiento de indicadores de SG-SST.		X
Slack, Microsoft Teams, Trello	Plataformas colaborativas para herramientas de trabajo en equipo.		X
Zoom, Cisco Webex, Adobe Premiere Pro	Herramientas audiovisuales y tecnológicas para la capacitación y formación.	X	X
ZYGHT	Software para la gestión de la SST, permite realizar auditorías y seguimiento de cumplimiento normativo.		X

8.2.4 *Etapa Ajustar*

Durante la etapa de ajustar, las herramientas Tic's aplicables son sistemas de gestión de no conformidades, que facilitan la gestión de las mismas y la implementación de acciones correctivas, y plataformas de mejora continua, que promueven la mejora continua mediante la revisión y actualización regular de procesos y procedimientos; en esta etapa, es crucial gestionar no conformidades y acciones correctivas mediante la implementación de un proceso estructurado, para ello, Cárdenas y Delgado (2020), propone a través de plataformas TIC el diseño de alarmas para gestionar no conformidades.

Herramientas como Safe Mode facilitan la implementación de mejoras continuas, ajustando políticas y procedimientos según los hallazgos de auditorías internas y revisión

de desempeño; también, herramientas como ISOTools y SIGGA son esenciales en esta etapa, permitiendo la gestión efectiva de planos de mejora continua mediante la evaluación de indicadores de desempeño y la realimentación de las partes positivas (Rojas, 2021).

En relación con la monitorización y revisión periódica de las medidas de seguridad implementadas, donde herramientas como SafetyCulture Software proporcionan análisis detallados de datos e informes, permitiendo identificar áreas de mejora y ajustar los planos de seguridad de manera proactiva; esta capacidad de análisis asegura que las políticas y procedimientos de SG-SST se mantengan actualizados y relevantes, mitigando riesgos potenciales y promoviendo un ambiente laboral más seguro y saludable.

La retroalimentación continua de las partes interesadas es fundamental en esta fase para evaluar la efectividad de las acciones implementadas y ajustar las estrategias según las necesidades emergentes; plataformas de gestión como Casco HSEQ Software facilitan esta interacción al permitir la recopilación y análisis de datos de manera eficiente, asegurando que las decisiones tomadas estén respaldadas por información actualizada y relevante.

Esta integración de herramientas tecnológicas optimiza el proceso de ajuste del SG-SST, promoviendo una cultura organizacional enfocada en la mejora continua y la seguridad a largo plazo.

En cuanto a la evaluación, lo positivo es que esta etapa impulsa la mejora continua y se adapta a nuevos desafíos, aunque lo negativo incluye la complejidad en la ejecución de acciones correctivas y mejora continua; los riesgos asociados pueden incluir la falta de actualización regular, que puede llevar a la obsolescencia del sistema (Másmela et al, 2021).

Tabla 5. Tic's para la etapa del ajustar

Nombre de la herramienta	Funcionalidad	Gratis	De pago
Alissta (ARL Positiva)	Ajuste y mejora de políticas de SG-SST, implementación de acciones basadas en auditorías, desarrollo de estrategias de mejora continua.	X	
Casco HQ Difusión de Acciones PRL CEOE	Analiza el rendimiento de las medidas de seguridad implementadas y sugiere mejoras continuas.		X
Evaluación de Riesgos Sabentis INSST y CROEMPRL	Herramienta para la evaluación precisa de riesgos laborales, mejorando la gestión preventiva.		X
ISOTools	Recursos para proporcionar información actualizada sobre riesgos laborales y medidas preventivas.	X	
OpenKM	Realización de acciones correctivas y preventivas, ajuste de políticas y procedimientos de SG-SST, gestión de estrategias de mejora continua.		X
Safe Mode	Sistema de gestión documental que facilita el control y seguimiento de la SST.		X
Safety Game, SimCoach Games	Implementación de mejoras basadas en auditorías, ajuste de acciones preventivas y correctivas, desarrollo de planes de acción para mejoras continuas.	X	
SafetyCulture	Videojuegos interactivos para la simulación de escenarios laborales y desafíos de seguridad para una capacitación lúdica y efectiva.		X
SafetyCulture	Proporciona análisis de datos e informes para identificar áreas de mejora y ajustar los planes de seguridad.		X

SEGPLAN	Gestión de cambios y mejoras en el sistema de SST, implementación de acciones correctivas, ajuste de programas de SG-SST.	X
SIGGA	Implementación de acciones correctivas, ajuste de medidas de seguridad, desarrollo de planes de mejora continua en SG-SST.	X
Sistema de Gestión ARL Sura	Implementación de mejoras basadas en auditorías, ajuste de disposiciones preventivas y correctivas, desarrollo de planes de acción para mejoras continuas.	X
Skillsoft, Safety Training Videos	Prototipo herramientas tradicionales (TT) para capacitación con técnicas tradicionales, como demostración de videos, folletos, y sesiones de conferencia.	X

8.3 Retos de la aplicabilidad de las Tic's en la SST

Tabla 6. Retos actores interesados

Actor interesado	Autores	Descripción del reto
Empresa	Másmela et al, (2021); Martin (2019); Llamozas (2020); Castro (2022); Pechené et al, (2023); Londoño et al, (2023); Moreno (2024); Blandón, (2023)	Altas cargas tributarias que debe asumir para la implementación de nuevas tecnologías.
	Cubillos, (2019); Salas, (2022); Llamozas (2020); Castro (2022); Blandón, (2023)	Superar la Resistencia al Cambio, logrando que el personal acostumbrado a procesos manuales se adapte a los nuevos sistemas.
	Castro (2022); Pechené et al, (2023)	Coordinación y gestión de la transición tecnológica para minimizar la interrupción operativa.

	Llamozas (2020)	Asegurar que las nuevas herramientas se integren adecuadamente con los sistemas existentes.
	Llamozas (2020)	Garantizar que el uso del dispositivo se alinee con las políticas y procedimientos existentes de SST, revisando y actualizando los sistemas de gestión según sea necesario.
	Másmela et al, (2021); Salas, (2022)	Impulsar un cambio cultural estratégico dentro de la organización.
	Martin (2019); Llamozas (2020); Castro (2022); Moreno (2024); Blandón, (2023)	La infraestructura no pertenece a la empresa, lo que puede significar una inversión significativa sin garantías.
	Llamozas (2020)	Evaluación y mitigación de posibles riesgos asociados con la ciberseguridad y la protección de datos.
	Martin (2019); Llamozas (2020); Castro (2022); Blandón, (2023)	Las actualizaciones o posibles mejoras tienen costos adicionales.
Encargado del SG-SST	Másmela et al, (2021); (Cubillos, 2019); Salas, (2022); Castro (2022); Moreno (2024); Blandón, (2023)	Asegurar la capacitación continua del personal para gestionar y aprovechar al máximo las nuevas tecnologías.
	Castro (2022)	Aprender a gestionar grandes volúmenes de datos de manera efectiva y segura.
	Martin (2019); Salas, (2022); Castro (2022); González et al, (2024)	Mantener una buena comunicación y coordinación entre diferentes departamentos para asegurar la implementación eficaz de las Tic's.

	Másmela et al, (2021); Londoño et al, (2023)	Superar el Desconocimiento sobre la Importancia de las Tic's y el uso adecuado de las nuevas tecnologías.
	Martin (2019); Castro (2022); González et al, (2024)	El éxito de la implementación de las herramientas depende del compromiso personal y su capacidad de comunicación.
	Martin (2019)	Tiempo y esfuerzo exclusivo de los desarrolladores de la compañía y del responsable de SG-SST.
	Másmela et al, (2021)	Supervisar la implementación y uso eficaz de las TIC para garantizar la consistencia y eficacia del sistema.
	González et al, (2024)	Asegurar la integración de la tecnología con los procesos de SST existentes y la continuidad operativa.
	Castro, (2022)	Balancear las responsabilidades del SG-SST con la gestión de las nuevas herramientas tecnológicas.
	Másmela et al, (2021); Martin (2019); González et al, (2024)	Se requiere personal idóneo para acompañar al profesional de SST en el desarrollo de herramientas o manejo de Tic's, o un profesional de SST con experiencia y conocimiento en Tic's.
SG-SST	Martin (2019); Castro (2022)	Riesgo de la información entregada a las compañías desarrolladoras debido a las estrictas políticas de tratamiento de datos.
	Másmela et al, (2021)	Monitorear continuamente la eficacia de las Tic's implementadas y realizar actualizaciones cuando sea necesario.
	Másmela et al, (2021)	Asegurar que el uso de nuevas tecnologías cumpla con las normativas y regulaciones vigentes en materia de SST.

	Másmela et al, (2021); Moreno (2024)	Asegurar que las Tic's utilizadas sean compatibles con los sistemas y procesos actuales de gestión de SST puede requerir ajustes técnicos y cambios en la infraestructura tecnológica.
	Martín (2019)	Uso de herramientas poco tecnológicas que no agregan valor.
	Másmela et al, (2021); Salas, (2022); Moreno (2024); Blandón, (2023)	La organización debe contar con la infraestructura, el conocimiento y el recurso humano capacitado para desarrollar y dar soporte al proyecto.
Trabajadores	Másmela et al, (2021); Salas, (2022); Castro (2022); Moreno (2024); Martín, (2019); Londoño et al, (2023)	Aprender a usar y adaptarse a las nuevas herramientas digitales.
	Másmela et al, (2021); Salas, (2022); Castro (2022); Moreno (2024)	Adaptarse a nuevos procedimientos, tecnologías y métodos de reporte de incidentes, capacitación, etc.
	Másmela et al, (2021); Salas, (2022); Moreno (2024)	Participar en programas de capacitación para comprender y utilizar las nuevas aplicaciones y sistemas.
	Martín (2019); Cubillos, (2019); Salas, (2022); Blandón, (2023)	Mantener una actitud proactiva y receptiva ante el cambio y la capacitación continua.

9 Conclusiones

La aplicabilidad práctica de las Tic's para la gestión de la SST se ve reflejada en su capacidad para mejorar la eficiencia y efectividad en la gestión de riesgos laborales; integradas al ciclo PHVA, estas tecnologías permiten una evaluación precisa de los riesgos, optimizando la implementación de medidas preventivas, facilitando el monitoreo en tiempo real y mejorando la toma de decisiones para la implementación de acciones preventivas y correctivas basada en datos precisos, como también en los ajustes y mejoras continuas.

Las herramientas Tic's para la gestión de la SST incluyen software de gestión, los cuales abarcan algunos o todos los componentes del SG-SST, dispositivos portátiles de seguimiento de la salud, sensores de ambiente, aplicaciones de IA y realidad virtual, entre otras, pues estas herramientas facilitan la gestión del SG-SST en general y aunque la falta de recursos financieros puede ser un obstáculo; es importante para ello resaltar las herramientas gratuitas, como por ejemplo los recursos y plataformas que ofrecen las ARL, las cuales son una opción para empresas con limitaciones presupuestarias.

En este sentido, las principales características de las herramientas Tic's, en función de la gestión de la SST, resaltan su capacidad para automatizar la recolección y análisis de datos, optimizar el seguimiento en tiempo real y posibilitar la identificación de interacciones entre factores de riesgo y la salud laboral; no obstante, es necesario darles un buen manejo para evitar incidentes, en el caso de herramientas como la IA para análisis predictivo de riesgos y simuladores de realidad virtual para la capacitación de trabajadores, para así asegurar y mejorar la seguridad y prevención de accidentes en el entorno laboral.

Finalmente, se evidencia un amplio campo de análisis respecto a la relación Tic's y SST, donde se encuentran grandes retos como superar la resistencia al cambio, logrando que el personal acostumbrado a procesos manuales se adapte a los nuevos sistemas, asegurar la capacitación continua del personal para gestionar y aprovechar al máximo las nuevas tecnologías, y garantizar que las nuevas herramientas se integren adecuadamente con los sistemas existentes, lo cual puede requerir ajustes técnicos y cambios en la infraestructura tecnológica.

10 Referencias

- Albújar-Verona, C.E., Celis-Castillo, D.J., Rojas-Sánchez, E.A. y Medina-Cardozo, I.I (Ed.). (2022). Plataformas digitales y los indicadores en el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo: una revisión sistemática. *Revista*, Vol. 89(224), pp. 165-172. Universidad Nacional de Colombia. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n224.103170>
- Alvarado, A. M., Carrillo, C. A., & Florez, Y. G. (2022). Diseño de Aplicación Android para Implementación del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo [Corporación Universitaria Minuto de Dios]. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/14775>

Adecco Institute. (2020). *Importancia De Las Tic's En La Minimización De Los Riesgos Laborales*. Adecco Institute. <https://www.adeccoinstitute.es/articulos/importancia-de-las-tics-en-la-minimizacion-de-los-riesgos-laborales/>

AENOR. (2018). ISO 45001:2018 (traducción oficial). Secretaría Central de ISO en Ginebra, Suiza, como traducción oficial en español avalada por el Translation Management Group. <https://www.forpo.gov.co/es/planeacion-gestion-y-control/control-interno-1/normatividad-2/5158-norma-iso-45001-2018/file>

Aguilar Del Castillo, M. del C. (2020). El uso de la inteligencia artificial en la prevención de riesgos laborales. *Relaciones Laborales y Derecho Del Empleo*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7306922>

Aguilera Catachunga, HE, Acosta Bohorquez, EA, & Mojica Bejarano, AP (2022). Herramienta tecnológica para la gestión de los requisitos aplicables en materia de SST a la empresa EVOLQUIM LTDA [Universidad ECCI]. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/2945>

Aguilera Largo, Y. C., Riaño Guarín, P. A., & Herrera Lemus, C. M. (2023). *Propuesta de modelo de integración al SG-SST de los proyectos de construcción de vías en la empresa Geotechnics S.A.* <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3528>

Arce Villanueva, S. S. (2021). Habilitadores tecnológicos para la gestión de la seguridad y salud en el trabajo de la empresa Tecsur [Universidad Científica del Sur]. <https://doi.org/10.21142/tl.2021.2077>

Arbeláez, C. M. G. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) un instrumento para la investigación. *Investigaciones Andina*, 16(29), 997–1000.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81462014000200001

Barona Viáfara, Camila Andrea y Cáceres García, Christian Ramiro. (2022). Programa de vigilancia epidemiológica para desórdenes osteomusculares de codo y muñeca en operarios de aseo haciendo uso de las TIC [Universidad Católica de Manizales].
<https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/4234>

Bérubé, M., Laberge, M., & Tondoux, A. (2022). Las tecnologías digitales como herramienta de formación y aprendizaje en materia de salud y seguridad en las prácticas: industria 5.0 y ergonomía. *Atacama Journal of Health Sciences*, 1(Supl.2).
Recuperado a partir de <https://salud.uda.cl/ajhs/index.php/ajhs/article/view/91>

Bienestar Laboral, D. E. C. (s/f). *SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST*. Gov.co. Recuperado de <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/59614744/Programa+Sistema+de+Gestion+de+Seguridad+y+Salud+en+el+Trabajo.pdf/cb0222ac-ca46-d3ad-ab49-0099c0051b39?version=1.0>

Blandón, O., Hincapié, S. y Montoya, Y. (2023). Viabilidad de la Inteligencia Artificial en Seguridad y Salud en el Trabajo. (Trabajo de Grado). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bello – Colombia.
<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/18574>

Cárdenas López, O. L., & Delgado Moscoso, S. M. (2020). Propuesta de diseño de alarmas a través de plataformas TIC como estrategia para marcar recordatorios de labores a

ejecutar en Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo [Universidad ECCI]. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/775>

Carneiro, R., Toscano, J. C. y Díaz, T. (2021). Los desafíos de las TIC para el cambio educativo. OEI. <https://www.oei.es/uploads/files/microsites/28/140/latic2.pdf>

Castro Sánchez, A. (2022). El uso de las Tic's en la prevención de riesgos laborales [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/55018>

Colombia. Ley 9 de 1979. Diario Oficial n.º 35308. Julio 16 de 1979. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979.html

Contreras, J. D. L., España, A. D. B., Ibarra, M. R. M., & Contreras, S. R. L. (2024). *Sistema IoT para el monitoreo de variables ambientales en un ambiente laboral*. Researchgate.net. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(1\)117](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(1)117)

Cubillos, Buriticá E. S. (2019). El uso de las herramientas tic como estrategia para la identificación de factores de riesgos laborales en el sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Repositorio institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/22255>.

Cuesta Villamil, T. Y., Soler Pardo, A. Z., & Ramírez Esquivel, L. (2020). Diseño de una herramienta pedagógica basada en los aportes de la seguridad basada en el comportamiento y apoyada en las TIC para mitigar la accidentalidad y enfermedad laboral en las Industrias Culturales y Creativas Enfocado en los Artistas de las Artes Escénicas y Audiovisuales en Bogotá. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/838>

Decreto 1072 de 2015 [Mintrabajo]. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo. 26 de mayo de 2015. [d3c8b5a4-7135-47ee-bdb8-aaae36932c8e \(mintrabajo.gov.co\)](https://www.mintrabajo.gov.co/d3c8b5a4-7135-47ee-bdb8-aaae36932c8e)

Flores, N. M. V. (2019). APORTES PARA CREACIÓN DE UN PROGRAMA DE HIGIENE Y SEGURIDAD LABORAL PARA PREVENIR ACCIDENTES Y RIESGOS. *Revista Enfoques*, 2(8), 265–287. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v2i8.47>

Garzón, A., Rodríguez, A., Ramírez, J. & Lombo, F. (2021). Validación del Uso de la Metodología E-Learning como Apoyo para la Prevención y Promoción De S.S.T. en Home Office. (Trabajo de grado). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá – Colombia. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/12492>

Glaesel, K., & Corrie, C. (2018). *Todo lo que hay que saber sobre la ISO 45001*. <https://revista.une.org/2/todo-lo-que-hay-que-saber-sobre-la-iso-45001.html>

González Vargas, A., & Lotero Vásquez, D. F. (2024). Percepción del sector productivo sobre las competencias del profesional en Seguridad y Salud en el Trabajo. *Academia Y Virtualidad*, 17(1), 11–21. <https://doi.org/10.18359/ravi.6640>

Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. <http://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>

Guerrero, Y. R. del C. (2021). *Marco legal colombiano y nuevas perspectivas en los subprogramas de Medicina Preventiva y del Trabajo*. <http://hdl.handle.net/10654/40499>

Ignacio Argote, J. (2020). Riesgos laborales emergentes asociados a las TIC: tendencias, retos y oportunidades para la seguridad y salud en el trabajo. Interempresas. <https://www.interempresas.net/TIC/Articulos/262188-Riesgos-laborales-emergentes-asociados-TIC-tendencias-retos-oportunidades-seguridad-salud.html>

Lifeder. (2022). *Método descriptivo*. <https://www.lifeder.com/metodo-descriptivo/>

Llamoza Escalante Hugo, F. (2020). Elaboración de una propuesta de mejora para la gestión de la seguridad y salud ocupacional basada en el uso de TIC en el CLAS puesto de salud Pachia 2019 [Escuela de Postgrado Neumann]. <https://hdl.handle.net/20.500.12892/169>

Londoño, M. V. S., Duarte, S. L. M., Montoya, C. A. R., & Guzmán, M. H. F. (2023). IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO SG-SST. *Revista republicana*, 34, 209–224. <http://dx.doi.org/10.21017/Rev.Repub.2023.v34.a145>

Lotero Vásquez, D. F., Garrido Raad, D. R., & Ramírez Peña, M. (2022). Seguridad y salud en el trabajo, perspectivas metodológicas de investigación. *Gaceta Médica De Caracas*, 130(4). <https://doi.org/10.47307/GMC.2022.130.4.13>

Macías García, M. del C. (2022). La inteligencia artificial para el entorno laboral. Un enfoque en la predicción de accidentes. E-REVISTA INTERNACIONAL DE LA PROTECCION SOCIAL, 7(1), 8–101. <https://doi.org/10.12795/e-rips.2022.i01.05>

Macías García, M. del C. (2023). La inteligencia artificial. Custodia de la seguridad y salud de las personas trabajadoras. E-REVISTA INTERNACIONAL DE LA PROTECCION SOCIAL, extra, 219–237. <https://doi.org/10.12795/e-rips.2023.mon.13>

Macías García, M. del C. (2024). La intervención de las tecnologías digitales en la gestión de la seguridad y salud de las personas trabajadoras. Lex Social: Revista De Derechos Sociales, 14(1), 1–24. <https://doi.org/10.46661/lexsocial.9647>

Martin Medina, S. N. (2019). Diseño de una aplicación móvil para la gestión de los riesgos laborales para una compañía de entretenimiento. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11349/16261>.

Martínez, DP (2020). Auditorías internas mediadas por tecnología a los sistemas de gestión en el sector gubernamental. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/37316>.

Martínez, S. y Morales, H. (2021). Propuesta para la implementación de una herramienta tecnológica que permita la educación, formación y capacitación en SST en la empresa Contact Point 360 S.A.S. (Trabajo de grado). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Bogotá - Colombia. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/13887>

- Másmela Olivar, R., Jiménez Rodríguez, E. A., & Rozo Moreno, P. A. (2021). Herramientas digitales para la seguridad y salud en el trabajo: revisión sistemática. *Publicaciones E Investigación*, 15(4). <https://doi.org/10.22490/25394088.5601>
- Mata Solís, L. D. (2019). El enfoque cualitativo de investigación. *Investigalia*. <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cualitativo-de-investigacion/>
- Mora, M. C. D., Penagos, C. Y. B., & Mora, M. D. (2021). Modelo BIM (building information modeling) para el análisis de riesgos laborales y la incorporación de medidas preventivas en la construcción de viviendas unifamiliares. Caso simulado en el municipio de Villapinzón Cundinamarca. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1260>
- Moreno Ávila, D. (2024). Innovaciones tecnológicas en la seguridad y salud en el trabajo en Colombia: una revisión documental. Universidad Santo Tomás. <http://hdl.handle.net/11634/54435>
- Mosquera, N. R., & Gironza, C. D. B. (2022). Aplicación Web para la gestión de informes y reportes asociados a la seguridad y salud en el trabajo. Repositorio Universidad Autónoma de Occidente. <https://hdl.handle.net/10614/14516>.
- Nqa. (2018). *Guía para la implementación de la norma ISO 45001*. Nqa.com. <https://www.nqa.com/es-co/certification/standards/iso-45001/implementation>
- OIT. (2024). *Sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo*. International Labour Organization. <https://www.ilo.org/es/temas/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/sistemas-de-gestion-de-la-seguridad-y-la-salud-en-el-trabajo>

Pucutay, R. E. P., Pantigoso, F. R. P., & Risco, O. M. V. (2023). *Importancia de la gestión de seguridad y salud en el trabajo en los gobiernos locales: Una revisión sistemática*. <https://doi.org/10.59427/reli/2023/v23cs.3474-3483>

Pechené Pachón, D, Niño Corredor, G y Jaramillo Álvarez, V. (2023). SEYSAT APP: App Móvil para el Seguimiento Inmediato de Procesos Relacionados a Seguridad y Salud en el Trabajo en una Obra de Construcción. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. <https://repositorio.unicolmayor.edu.co/handle/unicolmayor/6916>

Peralta, J. (2020). Diseño de un aplicativo móvil para la gestión de la SST en el colegio Charles Babbage en la ciudad de Bogotá. (Trabajo de grado). Corporación universitaria Minuto de Dios, Bogotá - Colombia. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/16373>

Plaza Valencia, C. Y., & Plaza Valencia, L. E. (2021). Medidas ergonómicas con el uso de las Tic para beneficiar la salud en el personal del área administrativa a nivel nacional. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1554>

Rojas, M. (2020). ¿Qué es RIDSSO? - Red social de Salud Ocupacional». SAFE MODE; Safe Mode Sas. <https://smsafemode.com/blog/que-es-ridsso-red-social-de-salud-ocupacional/>

Rojas, M. (2021). *Consecuencias de No Implementar el SG-SST*. SAFE MODE; Safe Mode Sas. <https://smsafemode.com/blog/consecuencias-no-implementar-sg-sst/>

Salas, C. C. U. (2022). *Desarrollo de un prototipo de software orientado a el apoyo en procesos de capacitación de seguridad y salud en el trabajo*. <https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/30569>

Salas Valdivia, M. C. (2022). Transformación digital para mejorar la captura y procesamiento de información de las herramientas preventivas de seguridad en la gerencia de mantenimiento mina en Sociedad Minera Cerro Verde [Universidad Alas Peruanas]. <https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/10222>

Sandoval, L., & Cepeda, H. (2019). Simulador de realidad aumentada como apoyo a los servicios de la mina y al protocolo de SST de ingreso a la mina didáctica Sena Centro Minero. <https://repositorio.altecasociacion.org/handle/20.500.13048/1752>

Sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo. (2024). International Labour Organization. <https://www.ilo.org/es/temas/seguridad-y-salud-en-el-trabajo/areas-de-trabajo/sistemas-de-gestion-de-la-seguridad-y-la-salud-en-el-trabajo>

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC). (s/f). Gov.co. <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Glosario/T/5755:Tecnologias-de-la-Informacion-y-las-Comunicaciones-TIC>

Universidad de Navarra. (2020). BiblioGuías: Revisiones sistemáticas: Ejemplos de criterios de inclusión y de exclusión. Servicio de biblioteca. https://biblioguias.unav.edu/revisionessistematicas/criterios_de_inclusion_y_exclusion

Universidad Europea. (2021). *Tecnología en seguridad y salud en el trabajo: cómo prevenir accidentes*. Universidad Europea. <https://universidadeuropea.com/blog/tecnologia-seguridad-y-salud-trabajo/>

Vallejo-Noguera, F.F., Rubio-Endara, O.W. y Tello-Moreira, J.A. 2022. Implementar el Uso de la Inteligencia Artificial para Detectar el Comportamiento del Trabajador en la Prevención de Accidentes Laborales en la Empresa. *Dominio de las Ciencias*. 8, 1 (ene. 2022), 1035–1045. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383471>

Vásquez Quiroga, A, Monroy Acosta, J y Peña Barbosa, J. (2022). Caracterización del software existente en Colombia para la gestión estratégica en la seguridad y la salud en el trabajo en las MiPymes. Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables, Contaduría Pública, Ibagué. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/45545>

WOLTERS KLUWER TAA. (2022). Qué es software y tipos de software. Wolterskluwer.com. <https://www.wolterskluwer.com/es-es/expert-insights/que-tipos-de-software-hay>