



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

**INNOVACIÓN DIGITAL EN LA
MEDICINA OCUPACIONAL: USO DE
LOS SISTEMAS INFORMÁTICOS EN
LA VIGILANCIA DE LA SALUD
LABORAL**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN
MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

XEIDA PAMELA MARTINEZ ESPINOZA

LIMA – PERÚ

2025

ASESOR

Mg. Maria Del Carmen Gastañaga Ruiz

CO ASESOR

Mg. Angie Kimberly Borjas Felix

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. JESUS ARTURO SANTIANI ACOSTA

PRESIDENTE

MG. WILLIAM MICHAEL AVILA BASTIDAS

VOCAL

MG. MARTHA ROCIO LUCERO PEREZ

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA.

A mi padre Luis Alberto Martínez Merino, un héroe en todos los sentidos, tanto para la patria como para mí. Aunque la distancia nos separaba muchas veces por tus deberes como militar, defendiendo al territorio peruano del terrorismo y asegurando un futuro más seguro para todos, nunca dejé de sentir tu amor, tu fuerza y tu apoyo incondicional. Este portafolio, es nuestro logro. Mi regalo de cumpleaños para ti, un humilde homenaje a los sacrificios que hiciste, no solo por el país, sino también por mí. Gracias por enseñarme con tu ejemplo que el deber y el sacrificio son formas de amor incondicional, y que la disciplina y el esfuerzo son las armas con las que se conquistan los sueños. Como siempre me decías los galones son míos, ve y gánate un nombre a base de esfuerzo.

A mi abuelo Pedro Miguel Espinoza Jiménez, sentí tu presencia en cada paso de esta travesía. Mientras redactaba cada palabra de este escrito, tu sabiduría y tu amor fueron una guía constante, sé que sostenías mi mano para orientarme y colocaste en mi camino a las personas correctas en este largo y desafiante recorrido por el mundo de la salud ocupacional. Gracias por ser mi faro incluso en la distancia. En estas líneas está tu esencia.

Con todo mi amor y admiración.

AGRADECIMIENTOS.

A Medjob, empresa que confió en mí cuando apenas comenzaba mi camino profesional. Gracias por abrirme las puertas, ser mi primera escuela laboral, y por permitirme crecer tanto personal como profesionalmente. En cada proyecto, cada desafío y cada logro, encontré no solo una oportunidad, sino también una familia que me enseñó el verdadero significado de compromiso, excelencia y trabajo en equipo.

Al Dr. Omar Escalante, un mentor y gran visionario, gracias por confiar en mí. Su liderazgo, su confianza y sus enseñanzas han sido una fuente de inspiración constante. Usted me mostró que la innovación y la pasión por lo que hacemos pueden transformar el mundo aun cuando se nos grite que despertemos debemos seguir soñando, y su ejemplo quedará grabado en mi trayectoria.

A mi equipo de trabajo: Pierina, Dr. Callan, Ing. Cristian. En cada tarea compartida, en cada debate y en cada risa, encontré un refugio y la certeza de que no estaba sola. Ustedes son la prueba de que los grandes sueños se alcanzan con esfuerzo compartido. Este logro no es solo mío, sino de cada uno de ustedes que hoy hacen posible que esa médica que soñaba con ser Cayetano, hoy está parada en un auditorio de la gran Cayetano Heredia defendiendo su más anhelado sueño.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación Autofinanciado



Similitud 4% Marcas de alerta



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

**INNOVACIÓN DIGITAL EN LA
MEDICINA OCUPACIONAL: USO DE
LOS SISTEMAS INFORMÁTICOS EN
LA VIGILANCIA DE LA SALUD
LABORAL**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN
MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO
AMBIENTE

XEIDA PAMELA MARTINEZ ESPINOZA



Informe estándar

Informe en inglés no disponible Más informac

4% Similitud estándar

1 Exclusión

→

Fuentes

Mostrar las fuentes solapadas

1 Internet

www.coursehero.com

10 bloques de texto 115 palabra que coinciden

2 Internet

repositorio.upch.edu.pe

bloques de texto 51 palabra que coinciden

3 Trabajos del estudiante

Universidad de San Martín de Por...

bloques de bloques 41 palabra que coinciden

4 Internet

noticia.educacionred.pe

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN.....1

I. DESARROLLO DE TRABAJOS

1.1 CAPÍTULO I5

1.2 CAPÍTULO II.....25

1.3 CAPÍTULO III.....46

II. CONCLUSIONES68

III. RECOMENDACIONES.....70

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS72

RESUMEN

En un mundo laboral que se torna cada vez más dinámico y exigente, la salud y seguridad de los colaboradores enfrentan dilemas críticos. Accidentes, enfermedades ocupacionales y riesgos no perceptibles intimidan la fuerza laboral de las empresas. Sin sistemas informáticos robustos en la vigilancia médica ocupacional, las organizaciones se ven encorsetadas a procesos manuales arcaicos, poco efectivos que no logran prever ni mitigar los riesgos oportunamente. Finalidad: Transformar la visión arcaica de vigilancia ocupacional, por una visión vanguardista que facilite y empodere organizaciones y personal de salud del rubro creando una fuerza laboral segura. Objetivo general: Fomentar la integración de innovación digital como el uso de sistemas informáticos en la vigilancia de la salud ocupacional. Metodología: se realizará un portafolio, Para ello, se realizará una revisión de literatura actualizada. Desarrollo temático: El portafolio consta de 3 capítulos, Primero: Impacto de la tecnología en la vigilancia de la salud ocupacional; Segundo: Sistemas informáticos en la vigilancia de la salud ocupacional; Tercero: Sistema informático HERMÈS, la clave para una vigilancia ocupacional eficiente. Una experiencia peruana.

PALABRAS CLAVES

SISTEMA INFORMÁTICO, VIGILANCIA OCUPACIONAL, SALUD OCUPACIONAL, INNOVACIÓN DIGITAL

ABSTRACT

In an increasingly dynamic and demanding work environment, the health and safety of employees face critical challenges. Accidents, occupational diseases, and imperceptible risks threaten the workforce of companies. Without robust IT systems for occupational health surveillance, organizations remain constrained by archaic, ineffective manual processes that fail to anticipate or mitigate risks in a timely manne. Purpose: Transform the outdated vision of occupational surveillance into a cutting-edge approach that facilitates and empowers organizations and healthcare professionals in the field, creating a safer workforce. General Objective: Promote the integration of digital innovation through the use of IT systems in occupational health surveillance. Research Question: ¿How can the integration of digital innovation encourage the use of IT systems in occupational health surveillance? Methodology: A portfolio will be created. For this, a review of updated literature will be conducted. Thematic Development: The portfolio consists of three chapters: 1. The Impact of Technology on Occupational Health Surveillance. 2. IT Systems in Occupational Health Surveillance. 3. The HERMÈS IT System: The Key to Efficient Occupational Surveillance, A Peruvian Experience.

KEYWORDS

IT SYSTEM, OCCUPATIONAL SURVEILLANCE, OCCUPATIONAL HEALTH, DIGITAL INNOVATION.

INTRODUCCIÓN

En nuestros días diversas industrias, compañías y empresas contemplan a la salud ocupacional como un factor estratégico dentro de sus objetivos, tomando como base la teoría de que sus colaboradores son la fortaleza de la faena organizacional; en consecuencia, se debe perpetuar su integridad, otorgándoles un ámbito salubre y mejoras en sus condiciones de servicio ⁽⁴⁵⁾. La innovación vanguardista tecnológica, de las últimas décadas, han concedido a la humanidad el despliegue en un medio de mayor capacidad competitiva, tras el uso de sistemas informáticos para modernizar y renovar la gestión de su información ^(1,2).

Los artilugios informáticos permiten maniobrar y salvaguardar información relevante, el área de salud ocupacional opera una infinidad de datos con respecto a los colaboradores y las características propias de sus diversas áreas laborales, que le otorga a cada puesto un patrón singular. Con el transcurso del tiempo, estos sistemas informáticos han surgido y atravesado por diversas modificaciones, teniendo el desafío de adaptarse a las normativas legales de cada entidad organizacional y país ⁽⁴⁷⁾. La vigilancia ocupacional ya no puede depender de métodos tradicionales; la tecnología es la clave para transformar estas gestiones en estrategias preventivas, ágiles y sostenibles ^(1,2).

En un contexto marcado por la constante evolución de las tecnologías, la salud ocupacional ha integrado herramientas digitales con el fin de optimizar las labores realizadas por los profesionales encargados de la seguridad y bienestar en el trabajo. Esta implementación tecnológica no solo facilita el acceso a información relevante, sino que también permite gestionar de manera más eficiente los recursos, identificar

áreas de mayor riesgo y analizar procesos e indicadores críticos. Además, la adopción de sistemas informáticos en este ámbito está estrechamente relacionada con beneficios ambientales y económicos, ya que reduce el uso de papel, contribuyendo a la conservación de los recursos naturales y disminuyendo la tala de árboles. Este enfoque resalta notablemente un valor agregado. En conjunto, los avances tecnológicos no solo optimizan la productividad en la industria, sino que también refuerzan las tácticas de preservación, favoreciendo al equilibrio entre el desarrollo tecnológico y la conservación del ecosistema ⁽¹²⁾.

La realidad peruana no es ajena a lo expuesto, ya que cuenta con sistemas informáticos que guardan relación con la vigilancia médica ocupacional. En el Perú por medio del Decreto Supremo N° 006-2022-TR, se promovió el Sistema Informático de Accidentes de Trabajo, Incidentes Peligrosos y Enfermedades Ocupacionales (SAT), el cual otorga acceso a información oficial sobre la cuantía de siniestralidad laboral en el país (33). El sistema de vigilancia en salud ocupacional (SIVISO), plataforma innovadora diseñada para optimizar a través de soluciones tecnológicas, que permite a las empresas garantizar la integridad de sus colaboradores, mientras cumplen con las normativas vigentes, Con SIVISO, las empresas pueden transformar su enfoque hacia la seguridad y salud ocupacional, adoptando innovación digital que simplifica procesos complejos, garantizan la sostenibilidad del negocio y priorizan el cuidado integral de su fuerza laboral ⁽³⁴⁾.

El empleo de sistemas informáticos en la vigilancia de la salud ocupacional también respalda el cumplimiento de regulaciones globales y nacionales, como la ISO 45001, que define parámetros de seguridad y bienestar laboral. Al integrar

tecnologías digitales, las empresas pueden asegurar el cumplimiento de estas directrices, evitar accidentes y patologías laborales ⁽⁴⁷⁾.

En el norte del país, la vigilancia en salud ocupacional no podía permanecer ajena a esta nueva sistematización innovadora, es por ello que diversas entidades que brindan el servicio de vigilancia médica en distintas empresas iniciaron la travesía en busca de un sistema informático innovador que cubra sus necesidades. Un grupo reducido optó por crear un sistema propio, tal es el caso de Hermes: un sistema informático creado por médicos trujillanos.

Por ende, el presente portafolio permitirá dar respuesta a la siguiente incógnita: ¿Cómo la integración de innovación digital puede fomentar el uso de sistemas informáticos, en la vigilancia de la salud ocupacional?

El reto está claro: fomentar el uso de sistemas informáticos que no solo detecten problemas, sino que también permitan actuar de manera anticipada, construyendo entornos laborales más seguros y productivos. El saber aprovechar estos avances depende de la capacidad de adaptación y el aprender a impulsar una cultura preventiva de la mano de la innovación tecnológica, permitiendo a las organizaciones otorgar prioridad a la salud y seguridad de todos y cada uno de sus colaboradores. Objetivo general: Fomentar la integración de innovación digital como el uso de sistemas informáticos en la vigilancia de la salud ocupacional. Objetivos específicos: Revisar la situación actual de sistemas informáticos utilizados en la vigilancia de la salud ocupacional. Analizar el impacto positivo y negativo de la tecnología en la vigilancia de la salud ocupacional. Identificar diferencias y similitudes con otros sistemas informáticos que brinden soporte a la

vigilancia de la salud ocupacional. Analizar HERMÈS como una propuesta innovadora para el soporte en la vigilancia de la salud ocupacional, basado en los hallazgos de la revisión ejecutada a otros sistemas similares, buscando la mejora continua para el área de salud ocupacional.

Finalmente, el estudio se justifica por la imperante necesidad de modernizar la vigilancia de la salud ocupacional. Los métodos tradicionales ya no permiten anticipar ni mitigar de forma oportuna los riesgos laborales, mientras que la integración de sistemas informáticos otorga un análisis sincrónico de datos críticos y toma de desviaciones preventivas. Además, resulta esencial adaptar estas innovaciones a la realidad peruana, optimizando la seguridad de la fuerza laboral y la competitividad organizacional, en línea con las normativas nacionales e internacionales.

I. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

1.1 CAPÍTULO I: IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN LA VIGILANCIA DE LA SALUD OCUPACIONAL

Desde una perspectiva histórica, la medicina ocupacional ha sido, esencialmente, el producto de la preocupación constante por proteger la vida y la salud de aquellos que se dedican al trabajo. Antes de que la tecnología irrumpiera como agente transformador, la preservación de la salud en el sector ocupacional dependía netamente de procedimientos empíricos y de observaciones netamente directas a menudo limitadas para mejorar las condiciones de los colaboradores. En diversas civilizaciones, las autoridades o líderes establecían normas rudimentarias para prevenir accidentes, basándose principalmente en la experiencia de generaciones ancestrales. Aquellas primeras formas de protección enfatizaban la necesidad de salvaguardar a la fuerza productiva de cada sociedad, ya fuera en la construcción de edificios monumentales como en el antiguo Egipto, en la recolección de cosechas o en las faenas mineras primitivas tomando como ejemplo las culturas preincaicas. En ausencia de máquinas sofisticadas y registros sistematizados, el conocimiento sobre enfermedades ocupacionales se transmitía de manera oral o a través de escritos escasos, casi siempre con un enfoque centrado en tratar los síntomas visibles, pese a esas limitaciones su presencia no dejaba de ser un avance, pues encarnaban las primeras expresiones del interés por mitigar el sufrimiento derivado de la actividad productiva ⁽²⁴⁾.

1.1.1 DE LA OBSERVACIÓN A LA DIGITALIZACIÓN: LA REVOLUCIÓN TECNOLÓGICA EN LA MEDICINA OCUPACIONAL

La evolución del pensamiento médico y la institucionalización de la medicina ocupacional a lo largo de la historia fueron, en gran medida, respuestas a necesidades puntuales que surgieron en diferentes contextos económicos y políticos. Por ejemplo, la Revolución Industrial trajo consigo una migración masiva de pobladores hacia los centros fabriles, fenómeno que evidenció las deficiencias en las condiciones laborales y de salubridad. El hacinamiento y la exposición prolongada a sustancias tóxicas abrieron los ojos a las autoridades y a los primeros investigadores quienes se dieron cuenta de la importancia de mejorar los espacios y las jornadas de trabajo. Sin embargo, la falta de tecnología moderna limitaba las posibilidades de intervención: no existía equipamiento de precisión para medir contaminantes, ni métodos electrónicos que facilitaran el monitoreo continuo del estado de salud de los colaboradores ^(23;24;25).

Esos primeros esfuerzos, aunque rudimentarios, sentaron las bases de la medicina ocupacional y subrayaron un principio fundamental: la integridad sanitaria de los trabajadores como pilar fundamental en el desarrollo de cualquier sociedad. Aun con herramientas limitadas, se gestaron iniciativas de reforma y se establecieron las bases legales y éticas que siglos después con el advenimiento de los avances tecnológicos se convertirían en cimientos indispensables para la profesionalización y la eficacia de esta disciplina. De esta manera la medicina ocupacional antes de la era digital se sostenía mayormente en la dedicación de hombres y mujeres que con métodos sencillos y la observación cercana de los procesos de trabajo, buscando proteger la vida y el bienestar de quienes dedicaban su esfuerzo a sostener las economías y las sociedades ⁽²⁵⁾.

La vertiginosa digitalización que ha tenido lugar en las últimas décadas dio lugar a una marcada revolución en todos los ámbitos que la vida humana ha conocido en la línea histórica de su progreso. El sistema de salud ocupacional no se ha mostrado ajena a esta metamorfosis tecnológica, hallando con pertinencia en las nuevas tecnologías una coyuntura que enfatiza en la optimización de procesos de prevención, diagnóstico, seguimiento y gestión de bienestar ocupacional ⁽¹⁴⁾.

La digitalización ha influido de manera significativa en la salud ocupacional a nivel global, con el país peruano como parte de esta tendencia. Desde la promulgación de la Ley N.º 29783 sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, junto a su reglamento (D.S. N.º 005-2012-TR), las organizaciones peruanas se han visto cada vez más motivadas a adoptar soluciones tecnológicas vanguardistas para vigorizar la prevención de riesgos y proteger la integridad de sus colaboradores ^(5;7;12).

No se trata únicamente de agregar dispositivos vanguardistas o recopilar información de manera automática y en tiempo real, la verdadera revolución implica un cambio de paradigma, que va direccionado a la ruptura de los limitantes a los que nos enfrentamos cotidianamente, en el que la preservación del equilibrio físico y emocional del colaborador se convierten en un proceso continuo y multidimensional ⁽¹⁰⁾. Tradicionalmente, las organizaciones se basaban en registros básicos en papel, controles esporádicos y auditorías eventuales para conocer el estado de salud de sus colaboradores y así establecer sus planes de acción y mejora. Sin embargo, la falta de inmediatez y la limitada capacidad de integrar grandes volúmenes de datos dificultaban la prevención eficaz de enfermedades cuyo presunto origen era laboral. Hoy en día, la digitalización de procesos ha abierto un abanico de oportunidades logrando fortalecer la vigilancia de la salud, así como la

implementación respecto a nuevas plataformas de seguimiento medico, dejando de lado el ser una simple automatización de tareas, convirtiéndose en una estrategia integral de administración ⁽⁹⁾.

Este primer capítulo se sumergió en la exploración de los principales avances tecnológicos e indago como han influido en la vigilancia de la salud ocupacional, teniendo como pilares el sustento que se requiere en artículos científicos, revistas especializadas, estudios previos y las normativas desarrolladas en el presente campo. Es así como en esta primera entrega se sintetizo los principales aportes científicos, desarrollos internacionales y retos emergentes en torno al uso de la tecnología para la protección de los colaboradores, enfatizando en el modo en que cada innovación contribuía de forma sumatoria y plenamente favorable a la detección, gestión y mitigación de riesgos laborales ⁽¹²⁾.

1.1.2 TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA SALUD OCUPACIONAL: TECNOLOGÍA, PREVENCIÓN Y NUEVOS DESAFÍOS

La influencia de la tecnología en el monitoreo de la salud en el ámbito ocupacional como marca el título es rotundamente innegable y, en la mayoría de los casos, sumamente positivo. El empleo de herramientas digitales, dispositivos portátiles, telemedicina e incluso la muy debatible inteligencia artificial ha permitido perfeccionar la prevención y fiscalización de patologías de etiología profesional y accidentes laborales. No obstante, este progreso tecnológico conlleva a un sin número de desafíos, enigmas y retos en términos de privacidad, regulación y formación que deben ser abordados de manera integral ^(5;7;12).

Una de las mayores contribuciones de estas plataformas digitales y el impacto que ha generado en la salud ocupacional es la transparencia: al vincular los datos de

diferentes áreas de cada corporación (producción, seguridad, recursos humanos y salud ocupacional), se hace evidente cuál es el origen de la problemática y se facilita el trabajo colaborativo. Además, estas herramientas tecnológicas invitan a una participación de forma activa a los propios colaboradores, quienes pueden acceder a sus registros médicos, actualizar información y notificar eventos o síntomas de manera directa. Con ello, la noción de la vigilancia de la salud deja de ser “algo que hace la empresa” que es la perspectiva actual y pasa a involucrar a cada individuo, consolidando así una cultura de prevención y autocuidado ^(9;10).

Visto desde el enfoque del área de salud ocupacional, es imprescindible fortalecer la investigación e inversión en soluciones tecnológicas con la suficiente capacidad para adaptarse de manera camaleónica a las múltiples y variadas realidades laborales, tanto en contextos industriales como en economías emergentes. Solo mediante la colaboración y el cumplimiento de normas éticas y legales, la tecnología seguirá siendo un aliado indispensable y estratégico para alcanzar los tan anhelados entornos de trabajo saludables, equitativos y sostenibles en todo el mundo ⁽¹⁴⁾.

La vigilancia de la salud ocupacional ha experimentado una metamorfosis sustancial gracias a la digitalización de los procesos de registro y monitoreo. Herramientas como bases de datos electrónicas, aplicaciones móviles que vienen siendo el enfoque más atractivo para el grupo etario de menor edad, que muestra más afinidad con lo vanguardista de esta nueva era tecnológica y plataformas de telemedicina permiten recopilar información de manera sistemática y organizada otorgando una ventaja sobre los métodos tradicionales ⁽⁹⁾. Además, la recopilación

de datos en tiempo real posibilita la toma de decisiones oportunas y eficaces, que solo unos años atrás eran la principal barrera a vencer. En este sentido, la administración de grandes flujos de información también conocidas por nomenclatura Big Data, ha permitido detectar patrones y tendencias que antes pasaban inadvertidas ⁽²¹⁾. La posibilidad de procesar e interpretar grandes cantidades de información, proveniente de diversos sectores, favorece la elaboración de estrategias más personalizadas y útiles para la preservación de la salud. A su vez, el intercambio de datos a través de plataformas digitales seguras promueve la colaboración entre instituciones de diferentes países, enriqueciendo la perspectiva global y fomentando la investigación comparada ⁽⁴⁾. La explotación de herramientas tecnológicas como lo es Big Data y la analítica de datos ha sido fundamental para procesar la macro información generada diariamente en los variados entornos laborales ⁽²¹⁾. Una vez que se combinan estos datos, los algoritmos identifican patrones y tendencias que pueden alertar sobre la probabilidad de aparición de enfermedades ocupacionales, accidentes en etapas cruciales del flujo productivo o fallas en la ejecución de la normativa de SST ⁽¹⁰⁾. Al combinar datos clínicos, registros de accidentes, información ergonómica variables psicosociales entre otros datos necesarios según el criterio independiente del especialista, estos sistemas logran identificar patrones de riesgo con mayor precisión y exactitud ^(9;10;11). Uno de los casos concretos que ilustran este potencial es la industria de construcción y minería, donde el ambiente laboral puede cambiar rápida e impredecible mente. Mediante la implementación de sistemas de inteligencia artificial, las empresas pueden detectar, por ejemplo, un incremento en la vibración de la maquinaria o en la tasa de accidentes menores. Con esa

información, se establece un plan de inspección más riguroso, se intensifica la supervisión o se capacita de inmediato a los operarios en la manipulación correcta de los equipos ⁽¹²⁾.

1.1.3 WEARABLES Y SALUD OCUPACIONAL: LA TECNOLOGÍA QUE SALVA VIDAS EN EL TRABAJO

El uso de dispositivos portátiles, desde los más populares como los relojes inteligentes y los de menor acceso como las pulseras de monitoreo y sensores de variables fisiológicas, conforman uno de los grandes avances de las últimas dos décadas en el cuidado de la salud ocupacional. Esta tendencia en aparatología diseñada de forma inicial y exclusiva para uso deportivo o accesorio de moda, hoy en día han sido adaptados al ámbito laboral en la búsqueda objetiva de evaluar parámetros como lo son : frecuencia cardíaca, la temperatura y saturación de oxígeno ⁽¹⁸⁾. Gracias a ello, las empresas pueden identificar tempranamente signos de fatiga, estrés térmico u otras alteraciones que comprometan la integridad del colaborador y de tal manera poder desarrollar y ejecutar programas de intervención en salud ocupacional. De forma paralela, investigaciones anteriores como las realizadas en la universidad de Barcelona han evidenciado que, al integrar estos dispositivos en estrategias de vigilancia de la salud, se promueve una cultura de autocuidado entre los colaboradores, quienes pueden tomar conciencia de sus señales fisiológicas y con ello adoptar conductas más saludables dentro y fuera del ámbito laboral ⁽¹⁵⁾. Este enfoque proactivo se suma a al objetivo que direcciona a la disminución manifiesta de las enfermedades profesionales, en tanto refuerza la responsabilidad compartida entre empresa y el colaborador. De acuerdo con estudios realizados en Corea del Sur, sensores instalados en cascos o chalecos

laborales pueden medir la temperatura corporal, la frecuencia cardíaca o incluso detectar cambios en la postura del colaborador. Esta información, transmitida en tiempo real, ofrece la posibilidad de intervenir de inmediato ante signos de fatiga o estrés térmico, reduciendo la probabilidad de incidentes graves por lo consiguiente reduciendo la morbilidad y mortalidad ⁽¹⁸⁾.

La proliferación de dispositivos portátiles o wearables ha comenzado a tener un rol destacado y protagónico en el monitoreo de la salud de la fuerza laboral en nuestro país, especialmente en operaciones de alto riesgo. En unidades mineras de regiones como Arequipa o Cajamarca líderes en la industria minera del país, el uso de relojes inteligentes y sensores corporales ha permitido medir los signos vitales de los trabajadores en tiempo real; el ingreso de wearables en la industria minera no solo repercute en la salud y seguridad de los colaboradores, sino también en la productividad y el clima laboral fortalecen la motivación y la confianza mutua entre el equipo de trabajo y la gerencia, demostrando cómo el impacto de tecnología puede humanizar las operaciones ⁽¹²⁾. Además, el análisis cualitativo de una cultura netamente preventiva, en algunas compañías de servicios sugiere que los wearables generan consciencia y responsabilidad individual. Al recibir retroalimentación inmediata, el personal tiende a ajustar rutinas de descanso, hidratación, uso de indumentaria personal de protección (EPP) de manera más consistente ⁽³⁾. Esta dinámica promueve un compromiso colectivo con la salud de los colaboradores, que se alinea con las directrices de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, creando lugares de empleo seguros velando por integridad conjunta ⁽¹²⁾.

Los programas de vigilancia ocupacional que incorporan wearables no solo fomentan la seguridad, sino que también alientan la cultura del autocuidado. Investigaciones en España han confirmado que la retroalimentación inmediata de indicadores fisiológicos promueve en los trabajadores una conciencia más profunda sobre su estado de salud, motivándolos a adoptar hábitos preventivos tanto dentro como fuera del entorno laboral. En algunos casos, esta estrategia se integra con capacitaciones específicas y acciones colectivas de promoción de la salud, asegurando un enfoque integral que incluya nutrición, higiene del sueño y gestión del estrés ⁽¹⁵⁾.

En Perú, se realizó un estudio de grado realizado por Universidad Nacional de Ingeniería en el cual se relaciona el uso de los Wearables con la reducción de la siniestralidad en unidades mineras localizadas en el sur del país, este describe cómo la adopción de estos dispositivos, específicamente diseñados para el monitoreo continuo de variables fisiológicas y ambientales, puede disminuir de manera sustancial el número de incidentes y patologías de etiología laboral en entornos de alta exigencia. El estudio contextualiza las condiciones del sector minero en la región en mención, un espacio geográfico marcado por operaciones a gran escala y condiciones hostiles, que incluyen polvo en suspensión, ruido intenso, calor extremo y el uso de maquinaria de alto tonelaje. En este panorama, se enfatiza que la mera implementación de protocolos de seguridad tradicionales a la que algunos aún permanecen leales resulta insuficiente para anticipar factores de riesgo emergentes. Por tanto, los wearables representan un punto de inflexión, al permitir la recolección de datos en tiempo real sobre la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y la exposición a agentes nocivos. estos aparatos se enlazan a sistemas

centrales de supervisión, facilitando la emisión de alertas inmediatas cuando un parámetro supera los límites de seguridad. Este enfoque preventivo concede a los responsables de salud ocupacional la oportunidad de intervenir de manera diligente, mediante acciones como el reposicionamiento de personal, la asignación de pausas activas o la entrega de equipamiento adicional. Dichas estrategias resultan fundamentales en la reducción de accidentes relacionados con la fatiga, la deshidratación o el estrés térmico, afecciones comunes en áreas mineras de intensa actividad productiva. Se subraya el impacto cultural y organizacional que conlleva la implementación de este tipo soluciones tecnológicas avanzadas. Si bien se reconocen los aportes científicos y la eficacia de los wearables en la disminución de la siniestralidad aún queda un verdadero reto que es la aceptación y el uso responsable por parte de los colaboradores ^(20;12).

1.1.4 TELEMEDICINA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA SALUD OCUPACIONAL: INNOVACIÓN, DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

La telemedicina ocupa un emplazamiento destacado en la modernización y actualización de los servicios de salud ocupacional. En el plano internacional, se han documentado experiencias exitosas de seguimiento médico a distancia, facilitando la atención de colaboradores que se encuentran en zonas alejadas o con acceso limitado a centros médicos especializados ⁽¹¹⁾. Más allá de resolver limitaciones geográficas, la telemedicina refuerza la equidad en el cuidado de la salud ocupacional. Ningún trabajador debería ver comprometido su bienestar por las dificultades logísticas o económicas de su lugar de trabajo. Con la asesoría adecuada y la infraestructura tecnológica pertinente, es posible brindar un servicio médico de calidad y evitar riesgos que antes eran inevitables. Además, esta

modalidad se presta a la colaboración interdisciplinaria: un médico ocupacional puede comunicarse con un psicólogo o un experto en toxicología para revisar conjuntamente casos de potencial envenenamiento, trastornos de estrés o enfermedades de la piel propias de la exposición a sustancias. Nuestro país no es ajeno a estas experiencias siendo cada día una práctica rutinaria en diversos sectores económicos que optan por esta opción de vigilancia médica ⁽¹²⁾. Este enfoque permite:

- Evaluaciones médicas virtuales con profesionales capacitados.
- Triage oportuno de sintomatologías que requieran atención inmediata o derivación a servicios de urgencia.
- Monitoreo continuo de tratamientos y rehabilitación post-accidente laboral o patología profesional.

En combinación la telemedicina sumada a inteligencia artificial ha ido un paso más allá, permitiendo la detección automática de anomalías en estudios de laboratorio o imágenes diagnósticas ⁽¹⁶⁾. Así, la colaboración entre expertos de diferentes especialidades sin importar su ubicación se ve fortalecida por los aportes que pueda brindar individualmente cada uno de ellos, reduciendo costos de manera significativa y mejorando la calidad de la atención brindada a cada colaborador. En países de gran extensión territorial, como Brasil o Canadá, se ha dejado documentado experiencias fructíferas de seguimiento en línea, donde médicos ocupacionales realizan evaluaciones periódicas a trabajadores ubicados en zonas rurales, mineras o forestales. De hecho, algunas empresas mineras en Chile han optimizado la gestión de emergencias gracias a la consulta virtual con expertos en

toxicología, evitando complicaciones mayores durante incidentes con sustancias químicas peligrosas ⁽⁹⁾.

La telemedicina en el Perú ha adquirido relevancia no solo en la atención primaria que ha sido un real desafío adaptativo que nos dejó la pandemia por el año 2020, sino también en el sector de la salud de los colaboradores. Dada la variada geografía del territorio peruano, caracterizada por zonas de difícil acceso en la selva y la sierra de nuestra región, la teleconsulta se ha posicionado en una herramienta de alto valor para las empresas con operaciones descentralizadas. Investigaciones en la Decana de América, dan indicios sobre casos logrados con éxito de seguimiento y vigilancia médica remota, donde profesionales en Lima supervisan a trabajadores en campamentos mineros o refinerías costeras mediante videoconferencias y plataformas virtuales ⁽¹²⁾. Esta modalidad facilita:

- Evaluaciones clínicas a distancia, reduciendo costos de traslado y el tiempo fuera del puesto de trabajo.
- Monitoreo continuo en la evolución de enfermedades crónicas, como lesiones musculoesqueléticas o enfermedades respiratorias asociadas a la exposición a polvos minerales.
- Consulta inmediata con especialistas en toxicología o medicina ocupacional, en casos de emergencias relacionadas con agentes químicos o accidentes laborales.

Tal desarrollo disminuye brechas de accesibilidad a la atención sanitaria y fortalece la sinergia entre empresas y comunidades, al brindar asistencia médica más oportuna, ajustada a la normativa local del decreto supremo N.º 005-2012-TR ⁽¹³⁾.

La anexión de inteligencia artificial a salud ocupacional no solo es la llave que apertura la puerta a la automatización de procesos administrativos, sino que también facilita un análisis predictivo de los riesgos laborales, como se viene enfatizando. Gracias a sofisticados algoritmos, la muy debatible inteligencia artificial es capaz de anticipar cuándo un colaborador podría desarrollar una enfermedad cuyo origen sea ocupacional o enfrentar un mayor riesgo de accidente, en función de su historial clínico y de las condiciones propias e individualizadas del puesto de trabajo ⁽¹⁰⁾. En la literatura científica de la Revista Iberoamericana de Salud Ocupacional, se destaca la predicción de patrones de ausentismo y de estrés laboral como uno de los logros más relevantes y destacados de este enfoque, ya que en cifras estos son pérdidas valiosas para las industrias, más allá del valor monetario entra a tallar otra rama que está ganando tendencia en estudios como es el estrés organizacional. A partir de la integración de datos clínicos, psicológicos y laborales, las herramientas de dicha inteligencia no humana cooperan al diseño de intervenciones focalizadas para lograr prevenir el desgaste de la salud emocional y física de toda cuadrilla laboral ⁽¹⁵⁾. Por ejemplo, en Japón, empresas de manufactura han implementado soluciones de inteligencia artificial capaces de predecir brotes de enfermedades musculoesqueléticas, basándose en el historial de movimientos repetitivos de los trabajadores y la carga total de su jornada ⁽¹⁰⁾. Otro ejemplo es el que otorga Alemania, grandes grupos industriales utilizan algoritmos de IA para anticipar crisis de ausentismo laboral, modelando tendencias vinculadas al estrés organizacional y

las exigencias productivas según la Revista Iberoamericana de Salud Ocupacional ⁽¹⁵⁾ .Además, la inteligencia artificial abre la posibilidad de singularizar las estrategias de prevención. En Suecia, la integración de biomarcadores de estrés (como cortisol salival) con herramientas de machine learning ha logrado predecir episodios de burnout con semanas de anticipación, permitiendo intervenciones específicas y efectivas ⁽⁸⁾.

Los modelos de inteligencia artificial, si bien todavía están en etapas iniciales en muchas empresas e industrias de nuestro país, han demostrado tener un elevado potencial para vaticinar riesgos ocupacionales, tras el análisis de grandes volúmenes de datos, como registros de incidentes, condiciones ambientales, historial clínico y características del puesto de trabajo, es posible identificar patrones de riesgo con mayor exactitud de lo que se podría ejecutar con las datas tradicionales , aún utilizadas como única fuente de registros sin poder sacar un mayor aporte fructífero a la información que está encripta en cada celda ⁽⁵⁾. Ejecutando una búsqueda de aplicación efectiva que enmarque un claro ejemplo de su utilidad se encuentra en el sector de hidrocarburos, donde empresas con plantas en Talara y Pucallpa han empezado a usar algoritmos de machine learning, donde la propuesta es un enfoque integral que aprovecha las ventajas de la inteligencia artificial para anticipar y prevenir riesgos laborales en una industria con altos niveles de complejidad. El trabajo parte de la premisa de que, si se logra recopilar y procesar de manera sistemática la información de accidentes pasados, incidentes reportados y condiciones operativas, se podrían identificar patrones que sintetizen las decisiones oportunamente y reduzcan el numero de eventos no deseados. Esta aproximación permite, por un lado, optimizar los protocolos de seguridad y, por otro, adelantar

acciones preventivas para salvaguardar íntegra y sanitariamente cada colaborador de este sector ⁽¹⁹⁾.

A pesar de sus multitudinarias ventajas y propiedades ya englobados en este primer capítulo, el uso de tecnología en la salud ocupacional plantea constantes desafíos éticos y legales que no pueden pasar desapercibidos o ser tomados de forma ligera sin la mayor relevancia. La recolección masiva de datos personales, incluidas variables de salud como son los diagnósticos médicos, demanda una rigurosa protección de la privacidad ⁽⁶⁾. Además, surge la preocupación y en cierta medida el rechazo del colaborador tras cuestionarse del posible uso indebido de información confidencial que esté proporcionada, para decisiones no favorables para su persona, que enmarcan casos de contratación, ascenso o desvinculación laboral ⁽⁶⁾.

Por otro lado, la adopción de herramientas tecnológicas también implica un proceso de adaptación cultural y formativo. Estudios previos remarcan la necesidad y prioridad de capacitar tanto al personal de salud ocupacional como a los colaboradores y empleadores, para garantizar una correcta interpretación de los datos otorgados y un uso seguro de los dispositivos. Solo así se logrará que la innovación tecnológica sea verdaderamente beneficiosa y ventajosa, sin que genere brechas de inequidad entre distintos sectores productivos ⁽⁸⁾.

Hacia una perspectiva futurista, La expansión de la “Industria 4.0”, caracterizada por la automatización y la interconexión de procesos, predice nuevos horizontes en la forma de monitoreo sanitario laboral. El auge robótico, la realidad virtual ofrece posibilidades de capacitación inmersiva, reduciendo la exposición a riesgos y

mejorando la práctica de maniobras de seguridad en entornos controlados ⁽¹⁷⁾. Asimismo, se vislumbra un incremento en el uso de blockchain para salvaguardar: integridad y confidencialidad de información sensible, consolidando la veracidad y legalidad en cada intercambio de información sobre salud laboral. En China, por ejemplo, se han desarrollado sistemas robóticos colaborativos que reducen la exposición a tareas peligrosas en el sector manufacturero, al tiempo que recopilan información en tiempo real sobre el entorno y sus condiciones ⁽¹⁷⁾.

1.1.5 INNOVACIÓN Y DESAFÍOS EN LA SALUD OCUPACIONAL PERUANA: HACIA UN FUTURO DIGITAL EN LA INDUSTRIA 4.0

El camino hacia la Industria 4.0 en el Perú, junto con el elevado auge de tecnologías como la realidad virtual, la robótica y la analítica de datos, invita a replantear la forma en que se aborda la vigilancia de la salud ocupacional peruana. Sectores productivos clave como la minería, la agroindustria o la pesca podrían beneficiarse enormemente de ⁽⁷⁾:

- Capacitaciones inmersivas en realidad virtual para preparar a los trabajadores en procedimientos de emergencia, sin exponerlos a riesgos reales.
- Sistemas automatizados que reduzcan la intervención humana en tareas peligrosas, minimizando así la posibilidad de accidentes.
- Colaboraciones internacionales con otros países de la región y organismos como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) u la Organización Mundial de la Salud (OMS), con el fin de permutar buenas prácticas y instaurar estándares comunes de calidad y seguridad ^(6;14).

En este sentido, la articulación con el sector público, privado y las distintas instituciones será determinante potenciando una cultura de innovación que, a su vez, promueva empleos dignos y entornos laborales saludables ⁽²²⁾.

En el ámbito global, la cooperación internacional se perfila como un factor esencial para el desarrollo de normas y protocolos claros que regulen la adopción de nuevas tecnologías. Varios estudios recientes realizados en la Universidad de São Paulo y la Universidad Politécnica de Madrid, resaltan el valor de generar consensos entre empresas, gobiernos y organismos multilaterales que faciliten la circulación e intercambio responsable de datos, la implementación uniforme de estándares de calidad y la supervisión de las buenas prácticas en salud ocupacional ^(15;21). En la Unión Europea, el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) establece lineamientos claros para las empresas, exigiendo transparencia en la finalidad de los datos recopilados y la adopción de protocolos de seguridad informática para evitar usos indebidos ⁽¹⁵⁾.

Asimismo, las brechas digitales y la resistencia al cambio pueden obstaculizar la adopción de tecnologías en ciertas regiones. Estudios en México y Colombia han detectado que, para una correcta implementación de sistemas digitales de vigilancia, se requiere capacitar exhaustivamente no solo al personal de salud ocupacional, sino también a mandos intermedios y trabajadores de base, compartiendo una similitud con otros estudios que proponen este plan de instrucción ⁽⁸⁾.

A escala mundial, la digitalización de los procesos de salud ocupacional es un fenómeno que ha ido en aumento llegando a un apogeo inevitable que sin titubeo

alguno marcará un rito de paso en la vida cotidiana que hasta la fecha se comprende. Países como Finlandia y Alemania han liderado la implementación de sistemas integrados a registro electrónico de la sanidad del colaborador, donde cada dato clínico y ocupacional se almacena de forma estandarizada, permitiendo la detección temprana de enfermedades profesionales a través de análisis premonitorios ⁽⁶⁾. En Estados Unidos una de las mayores potencias mundiales, el uso de plataformas de telemedicina se ha consolidado en organizaciones con sedes dispersas geográficamente, impulsando la atención a distancia y reduciendo costos logísticos ⁽¹¹⁾.

En esta transformación, la cooperación internacional desempeña un papel determinante. Organismos como la OIT, la OMS y las agencias regionales promueven armonización normativa, la publicación de lineamientos técnicos e intercambio de buenas prácticas ^(6;14).

Al centralizar la atención en nuestro país, muy a pesar de los evidentes beneficios que ofrece la transformación digital en la salud ocupacional, existen desafíos que demandan atención prioritaria y que en nuestra realidad cotidiana son un reto a diferencia de otras realidades internacionales y estas son ⁽⁸⁾:

1. Protección de datos personales: El uso intensivo de plataformas y dispositivos de monitoreo plantea interrogantes sobre el blindado de la información privada de los trabajadores peruanos, la normativa en ciberseguridad se encuentra principalmente regulada por la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales, y su reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 003-2013-JUS ⁽¹⁾. Adicional a ello

existen otras regulaciones sectoriales que abordan aspectos puntuales de la seguridad informática en salud, como la Ley N° 30024, Ley que Crea el Registro Nacional de Historias Clínicas Electrónicas, y su reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 009-2017-SA ⁽²⁾.

2. **Formación de profesionales:** El manejo de nuevas tecnologías requiere personal capacitado, tanto en conocimientos de salud ocupacional como en habilidades digitales. Actualmente, instituciones académicas y organismos supervisores realizan esfuerzos por actualizar los perfiles de competencias, promoviendo la certificación de expertos que entiendan las implicancias de la IA, el Big Data y la telemedicina ⁽³⁾.
3. **Accesibilidad tecnológica:** En zonas rurales o con menor infraestructura, la conectividad limitada y la falta de equipos adecuados pueden frenar la implementación de soluciones digitales. El Gobierno peruano, a través de iniciativas de conectividad en regiones alejadas, busca reducir esta brecha para que las empresas ubicadas en dichas zonas accedan a las mismas oportunidades tecnológicas que las de la capital o otras regiones favorecidas ⁽³⁾.

La experiencia peruana confirma que la innovación tecnológica, bien regulada y respaldada por un marco normativo sólido de Ley N.º 29783 y sus reglamentos, es capaz de transformar la forma de entender la salud ocupacional: de ser una actividad meramente reactiva a un proceso integral y preventivo. De cara a los próximos años, la clave estará en impulsar la cooperación entre entidades estatales, empresas, instituciones educativas y organismos internacionales, con el fin de consolidar un

modelo de salud ocupacional inclusivo, resiliente y centrado en el cuidado de las personas ^(3:20).

En síntesis, la tecnología emerge como aliada innegable para la vigilancia y la prevención, haciendo posible una gestión más ágil, eficaz y humana de la salud ocupacional. A medida que se adopten enfoques participativos y se refuercen los marcos regulatorios, las organizaciones podrán asegurarse de que el desarrollo tecnológico se traduzca en bienestar real para el personal, reforzando el compromiso con la seguridad y cimentando una cultura preventiva sólida y perdurable.

1.2 CAPÍTULO II: SISTEMAS INFORMÁTICOS EN LA VIGILANCIA DE SALUD OCUPACIONAL

La salud ocupacional protagoniza como pilar fundamental del ámbito laboral contemporáneo. Con la tendencia creciente de la competitividad en los diversos mercados globalizados, y el surgimiento de nuevos tipos de empleos y sus variadas modalidades los riesgos asociados a la actividad productiva han pasado por un proceso de metamorfosis. En consecuencia, las estrategias de prevención y control de dichos riesgos requieren cada vez mayor precisión, eficiencia y alcance. Es aquí donde los sistemas informáticos en la vigilancia de la salud ocupacional toman un papel protagónico y relevante, pues su evolución ha permitido que hoy en día sean consideradas herramientas poderosas con el propósito de reunir, gestionar y analizar datos relacionados a salubridad laboral, el reconocimiento de elementos riesgosos y formulación de políticas basadas en evidencia.

La intención de este capítulo es otorgar una visión integral y detallada sobre la función, el desarrollo y la elevada tendencia de los sistemas informáticos aplicados a la vigilancia de la salud ocupacional a escala internacional, así como la situación y desafíos específicos en nuestro país. Se busca abarcar desde los cimientos conceptuales, los aspectos legislativos y regulatorios, los avances tecnológicos y las perspectivas de un futuro prometedor y prodigioso. De esta manera, se sentarán las pautas para comprender la importancia de la digitalización y del uso de plataformas de información como una estrategia determinante para la protección en cuanto a la salud y el bienestar de la fuerza laboral de diversos sectores económicos.

La envergadura de este tema se justifica ante la creciente y demandante preocupación de gobiernos, organismos internacionales, empleadores y colaboradores en torno a las medidas preventivas de patologías y manejo de accidentes de etiología ocupacional. Si bien se ha logrado importante bonanza en las últimas décadas gracias a marcos regulatorios exigentes y a la introducción de buenas prácticas en seguridad y salud en el trabajo todavía persisten residuos y brechas significativas en la implementación de sistemas que permitan una vigilancia efectiva. Además, la existencia de diferencias marcadas entre países industrializados y aquellos en proceso de desarrollo, en términos de factores tecnológicos y humanos, pone sobre la mesa una clara necesidad de vigorizar la contribución internacional.

A lo largo de este extenso e interesante capítulo, se abordarán terminología básica de la vigilancia en la rama de salud ocupacional, su estrecho vínculo con los sistemas informáticos, y se realizará un recorrido por experiencias y modelos de referencia implementados en el ámbito global. Posteriormente, se analizará la situación peruana, considerando la normativa vigente, los avances logrados y las barreras que aún subsisten para llegar a una implementación exitosa. Finalmente, se abrirá paso a una discusión sobre las proyecciones futuras en torno al uso de innovaciones tecnológicas en desarrollo, como lo esquematiza la inteligencia artificial y big data, que prometen revolucionar el modo en que se realiza el monitoreo y la prevención de factores riesgosos en el entorno laboral, tal como expresa el primer apartado.

Partimos teniendo una definición clara de la vigilancia en salud ocupacional que puede interpretarse como el conjunto de actividades orientadas a identificar, evaluar y controlar los factores de riesgo al que se encuentra expuesto la fuerza laboral, con la finalidad de prevenir enfermedades y accidentes de etiología laboral ⁽¹⁾. Esta sucesión implica una recolección sistemática, el análisis y la interpretación de datos sobre la salud de la fuerza laboral y sus condiciones de trabajo, para posteriormente traducirlos en acciones concretas que promuevan ambientes laborales seguros y saludables. Existen dimensiones en la vigilancia en salud ocupacional entre las cuales destacan:

1. Vigilancia epidemiológica, la cual tiene un enfoque direccionado a identificar patrones de morbilidad y mortalidad vinculados a la actividad laboral, con el objetivo de diseñar intervenciones preventivas.
2. Vigilancia de factores de riesgo, enfatizada en la detección de agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales que puedan afectar la salud de los colaboradores.
3. Vigilancia médica individual, donde se incluyen chequeos periódicos de salud, seguimiento de colaboradores con antecedentes de enfermedades crónicas o condiciones específicas y registro de incidentes para determinar el rendimiento de las intervenciones.

Para que la vigilancia cumpla su rol protagónico de prevención, se requiere un flujo constante de información confiable y actualizada, que sirva como sustento en la

toma de decisiones. Por ello, la sistematización informática ha adquirido un lugar predominante en este exhaustivo proceso.

Al hacer mención de la incorporación de tecnología informática en el rubro ocupacional va más allá de una simple tendencia moderna, sino es donde surge necesidad estratégica. A continuación, se describen los principales beneficios que ofrecen los sistemas informáticos en la vigilancia de la salud ocupacional:

1. Integración y estandarización de datos, permitiendo unificar la información proveniente de diversas fuentes, como exámenes médicos, mediciones ambientales y reportes de incidentes y accidentes, adicional a ello facilitan la estandarización de indicadores y variables, de modo que los datos sean comparables a lo largo del tiempo y entre diferentes organizaciones o países ⁽²⁹⁾.
2. Accesibilidad y rapidez para toma de decisiones, otorgando acceso instantáneamente a información abriendo la posibilidad a las instancias que ejecutan la seguridad y salud en el trabajo respondan oportunamente y de forma rápida ante incidentes o hallazgos relevantes. La información al encontrarse digitalizada reduce los retrasos asociados a la búsqueda manual de registros en papel, acelerando la implementación de medidas preventivas o correctivas y con ello una mejora continua.
3. Automatización y reducción de errores, la probabilidad de errores humanos en la transcripción o consolidación de datos disminuye considerablemente y la automatización de reportes y estadísticas ahorra tiempo y recursos, permitiendo al

personal especializado enfocarse al análisis de resultados y formulación clara de soluciones a sus respectivas corporaciones.

4. Monitoreo continuo y generación de alertas, algunas plataformas pueden incluir sistemas de alerta temprana, basado en el uso de algoritmos que detectan patrones anómalos en la información, por ejemplo, un aumento súbito en casos de una determinada enfermedad de etiología ocupacional.

5. Soporte para la investigación y la innovación, al poseer grandes volúmenes de datos confiables (big data) esto fomenta una cultura de investigación en salud ocupacional, facilitando estudios epidemiológicos, análisis de tendencias entre otros beneficios que impulsen la innovación en metodologías de control de riesgos y en el desarrollo de nuevos equipos y herramientas de seguridad.

6. Transparencia y rendición de cuentas, lo cual se logra al mantener un registro histórico y auditable, que promueve la transparencia en la gestión de la salud laboral, ello se verá reflejado en la rendición de cuentas ante las autoridades reguladoras y los organismos de fiscalización, lo cual mejora el cumplimiento de las normativas vigentes nacionales e internacionales.

Para comprender lo complejo de un sistema informático de vigilancia, es necesario partir delineando sus principios rectores y componentes principales. Si bien cada organización o país puede adaptar la estructura de forma puntual a sus necesidades específicas, existen elementos fundamentales que garantizan su efectividad. Los primeros son los principios rectores los cuales se procede a enumerar:

1. Reserva y resguardo de datos; los sistemas deben velar por la confidencialidad de los datos médicos y de la intimidad del equipo, estableciendo protocolos que limiten el acceso a datos sensibles. Esto incluye cumplir con leyes específicas de protección de datos, como la Ley de Protección de Datos Personales en el Perú, Reglamento General de Protección de Datos (RGPD) de la Unión Europea ⁽⁴⁾.
2. Calidad y validez de la información; los datos deben ser exactos, completos y recolectados bajo criterios estandarizados. La validación de información, toma un rol crucial que evita la toma de decisiones basadas en datos erróneos o incompletos.
3. Oportunidad y continuidad; La vigilancia debe realizarse de forma permanente, y los sistemas han de permitir el ingreso y actualización de información de manera ágil. La periodicidad de la recolección de datos va a fluctuar según la naturaleza del riesgo y la normativa aplicable.
4. Simplicidad y usabilidad; Aun siendo sistemas complejos en su concepción, deben ser fáciles de utilizar por parte de los profesionales de salud, así como por otros actores tal es el caso de los supervisores. La curva de aprendizaje del uso de la plataforma debe ser razonable, para no entorpecer la adopción del sistema.
5. Flexibilidad y escalabilidad, En un mundo dinámico y con riesgos laborales fluctuantes, el sistema debe poseer la característica de adaptarse a nuevas exigencias, incorporando módulos o funcionalidades adicionales cuando sea necesario.

No se puede dejar por fuera a los componentes principales como lo son:

1. Base de datos centralizada; el núcleo del sistema, almacenando la información generada en las distintas etapas de la vigilancia.
2. Interfaces de entrada de datos; Diseñadas para facilitar la recolección de información. Por ejemplo, formularios electrónicos para el reporte de accidentes.
3. Módulos de análisis y generación de reportes; Herramientas que permiten procesar la información con fines descriptivos, estadísticos y epidemiológicos.
4. Sistema de alertas y notificaciones; Mecanismos automatizados que envían avisos cuando se detectan condiciones críticas o riesgos que superan los niveles aceptables, o cuando ocurren accidentes de gravedad.
5. Módulos de administración y configuración; Permiten la gestión de usuarios, perfiles de acceso, parámetros de vigilancia y configuración de protocolos específicos.
6. Seguridad informática; Incluye cifrado de datos activos y en pausa, copia de seguridad, firewalls, entre otras medidas necesarias.

1.2.1 IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS INFORMÁTICOS EN SALUD OCUPACIONAL: PERSPECTIVAS INTERNACIONALES Y BUENAS PRÁCTICAS GLOBALES

Desde una perspectiva internacional la implementación de sistemas informáticos en salud ocupacional se da en un contexto global donde coexisten diversos niveles de

desarrollo tecnológico, legislaciones y realidades socioeconómicas. Sin embargo, existen organismos y convenios internacionales que proporcionan marcos de referencia comunes. La OIT, ha sido uno de los principales impulsores de la seguridad y la salud en el trabajo a través de acuerdos internacionales que buscan armonizar las prácticas a escala global. Entre estos convenios destaca el relativo al aviso de siniestros de trabajo y patologías profesionales, que insta a los Estados a establecer sistemas de registro y reporte confiables. Pese que la OIT no provee directamente plataformas digitales para la vigilancia, sí ofrece directrices y recomendaciones técnicas que guían el desarrollo de sistemas nacionales y sectoriales. Estas incluyen la necesidad de: Consolidar estadísticas e indicadores de accidentes y enfermedades, que permitan hacer comparaciones internacionales. Integrar la seguridad y salud ocupacional dentro de las políticas generales de empleo y de protección social ⁽⁵⁾.

La participación de la Organización Mundial de la Salud (OMS), por medio de su Programa de Salud Ocupacional, ha estimulado la integración de la vigilancia de la salud de los colaboradores en los sistemas de salud pública. Su enfoque enfatiza la necesidad de: Recopilar datos epidemiológicos sobre enfermedades profesionales y factores de riesgo ocupacionales. Fomentar la capacitación frecuente de personal calificado de la salud en la detección temprana y el reporte de enfermedades relacionadas con el trabajo y Elaborar guías y métodos para la recolección estandarizada de datos a escala global. Trazando alianzas con otras organizaciones, promueve la interoperabilidad de los sistemas informáticos y la difusión de buenas prácticas ⁽⁶⁾.

La Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (EU-OSHA) es un referente en la región en cuanto a la promoción de sistemas informáticos de vanguardia. Entre sus aportes se destacan: Observatorios y bases de datos; Proyectos colaborativos aquí enfatiza las alianzas con instituciones académicas y empresas tecnológicas para desarrollar plataformas que integren la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en la prevención de accidentes, especialmente en sectores mineros, construcción y químicos; finalmente normativas y directivas (7).

Se vienen ejecutando buenas prácticas a nivel global, tras una revisión detallada podemos hacer mención de los siguientes ejemplos:

1. Estados Unidos: El Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) y la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA) impulsan sistemas como el OSHA Information System (OIS) que se caracteriza por la centralización de información sobre inspecciones, sanciones y cumplimiento normativo. Entre sus innumerables beneficios podemos destacar que promueve la colaboración con corporaciones tecnológicas para desarrollar aplicaciones y herramientas de evaluación de riesgos personalizadas.
2. Canadá: El Centro Canadiense para la Salud y Seguridad Ocupacional (CCOHS) cuenta con plataformas en línea y bases de datos, cuyo enfoque se basa en la difusión de material educativo, fichas de seguridad de sustancias químicas y registros de incidentes. Este país invita a la adopción de plataformas para lograr una gestión integral en la salud, abarcando no solo la prevención de accidentes, sino

también el bienestar mental y el equilibrio entre la vida personal y laboral del colaborador.

3. Australia: La agencia Safe Work Australia fomenta la digitalización a través de la iniciativa National Return to Work Strategy, que recopila datos sobre rehabilitación y reinserción laboral de los colaboradores.

La experiencia internacional plasmadas en los párrafos superiores da una clara evidencia que los sistemas informáticos pueden adaptarse a diversos contextos, siempre y cuando se cuente con un marco normativo sólido, inversión en infraestructura tecnológica y capacitación adecuada del personal que lo ejecuta.

1.2.2 TRANSFORMACIÓN DIGITAL EN LA SALUD OCUPACIONAL PERUANA: AVANCES, DESAFÍOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Nuestro país presenta particularidades relevantes en su legislación y en la estructura de su mercado laboral, lo que influye de manera directa en la adopción de sistemas informáticos innovadores para el monitoreo de la salud ocupacional. Desde una perspectiva minuciosa revisando el marco legal peruano, la ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo constituye el pilar fundamental en la materia. Su reglamento, aprobado por Decreto Supremo N.º 005-2012-TR, detalla los requisitos y obligaciones de empleadores y trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales. Dentro de estos lineamientos se contemplan aspectos clave como: La obligatoriedad de contar con un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST) que incluya la identificación, evaluación y control de riesgos. El registro y aviso de siniestros de trabajo y patologías ocupacionales a las autoridades

competentes, en particular al Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) y al Ministerio de Salud (MINSA). La necesidad de llevar historiales médicos ocupacionales, así como de emitir reportes periódicos que permitan evaluar la evolución de la salud de los colaboradores ⁽⁸⁾. Adicionalmente, el Perú cuenta con organismos reguladores y fiscalizadores como la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL), que tiene la potestad de requerir información sobre incidentes laborales y verificar el cumplimiento de la normativa vigente, impulsando a diversas empresas de los diversos sectores a digitalizar sus procesos de registro y reportes, a fin de responder de manera eficiente a los requerimientos de una inspección realizada por dicha entidad ^(8;9).

En Perú, el ámbito gubernamental, ha elaborado iniciativas para centralizar y sistematizar los datos de salud ocupacional:

1. Sistema Informático para la Vigilancia en Salud Ocupacional (SIVISO); Implementado por el Ministerio de Salud, el SIVISO busca consolidar la información proveniente de establecimientos de salud, sea del sector público o privado, haciendo énfasis en accidentes y enfermedades de etiología laboral. Adicional a ello cuenta con el beneficio de generar indicadores epidemiológicos y estadísticos para la adopción de decisiones en políticas de prevención, lo cual se convierte en una propuesta atractiva ⁽⁹⁾.

2. Sistemas de registros de las Aseguradoras de Riesgos de Trabajo (ART), encargadas de la cobertura de los trabajadores ante accidentes y enfermedades de etiología ocupacional, también han desarrollado sus propias plataformas digitales para el seguimiento de casos y la gestión de prestaciones. El verdadero reto se

encuentra en la articulación entre estas plataformas y los registros estatales, pues enfrenta desafíos técnicos y normativos, pese a ello se han realizado esfuerzos por homologar ciertas variables mínimas ⁽¹⁷⁾.

En términos generales, la digitalización de la vigilancia en el Perú está en marcha, aunque con niveles de madurez desiguales. Sectores de alta relevancia económica, como la minería, han adoptado sistemas informáticos de clase mundial para el seguimiento de la salud de sus trabajadores, impulsados por exigencias internacionales y por la necesidad de minimizar riesgos en entornos altamente peligrosos. En contraste, las micro y pequeñas empresas enfrentan limitaciones de recursos y formación tecnológica, lo que retrasa su incorporación a la era digital (14;18).

desafíos y oportunidades de nuestra realidad son múltiples, el Perú avanza de manera progresiva hacia la consolidación de una vigilancia de salud ocupacional soportada en plataformas informáticas. No obstante, el proceso demanda la superación de brechas estructurales y culturales, así como un mayor esfuerzo de coordinación interinstitucional; aquí hacemos un breve listado a tener en cuenta:

1. Brecha digital y acceso a infraestructura; debido a la diversidad geográfica del Perú, con regiones de difícil acceso (selva y zonas altoandinas), dificulta la implantación de redes de Internet estables. Esto se ve reflejado en el impacto de la capacidad de las empresarial para utilizar plataformas en línea; se suma a ello los costos de equipamiento y mantenimiento de sistemas informáticos, que para pequeñas y medianas empresas son un obstáculo ⁽¹⁸⁾.

2. Capacitación y cultura de la prevención; es fundamental fomentar en las empresas una cultura de prevención que valore la importancia de registrar y analizar datos. La carencia de capacitación sistemática en el manejo de plataformas informáticas puede traducirse en subutilización de los sistemas o en un registro deficiente ⁽¹⁴⁾.

3. Interoperabilidad y estandarización; se han realizado avances pese a ello todavía no existe un sistema unificado que aglutine la información de todas las instituciones involucradas en el sector salud. La falta de estandarización de protocolos y formatos dificulta la comparación y el análisis a nivel nacional. Todo ello conlleva a un escenario donde conviven múltiples sistemas con escasa integración ⁽¹⁸⁾.

1.2.4 DESAFÍOS Y OPORTUNIDADES EN LA INTEGRACIÓN DE SISTEMAS INFORMÁTICOS

La salud ocupacional no puede considerarse como un ente aislado; debe entenderse como parte esencial de la salud pública y por ende debe integrarse con los sistemas de epidemiología. Esta convergencia se sustenta en la premisa de que las enfermedades de etiología ocupacional, los accidentes laborales y los factores de riesgo emergentes tienen repercusiones no solo en el ámbito de lo laboral, sino en la comunidad en general. A continuación, se exploran algunas líneas clave de integración:

1. Identificación de brotes y enfermedades relacionadas con el trabajo; Muchos brotes infecciosos tienen origen ocupacional o se propagan en centros

laborales, como sucedió en la pandemia COVID-19. En estos casos, la vinculación de datos de salud ocupacional con sistemas epidemiológicos se tornó fundamentales e indispensables para la detección y el control oportunos de dicha propagación. Las tecnologías de los sistemas informáticos permitieron rastrear contactos, geolocalizar casos y vigilar la aparición de síntomas en grupos de trabajadores expuestos ⁽¹⁰⁾.

2. Gestión de riesgos en entornos industriales y su impacto en la comunidad; Algunos agentes tóxicos liberados al ambiente laboral pueden afectar a la población circundante, por lo que la colaboración entre autoridades de salud ocupacional y ambiental resulta crucial. Esta es la realidad de miles de peruanos en sus diversas localizaciones geográficas donde podemos enfatizar la industria minera y petrolera, aquí los sistemas informáticos pueden compartir bases de datos y alertas que indiquen incrementos en la contaminación ambiental derivada de procesos industriales, permitiendo intervenciones conjuntas para una mejora continua ^(14;18).

Tal como se señaló en el capítulo anterior la revolución digital y la irrupción de tecnologías de vanguardia están redefiniendo la forma en que se vigila la salud de los colaboradores y se implementan estrategias preventivas vanguardistas. Algunos de los desarrollos más promisorios incluyen:

1. Big data y análisis predictivo; el uso de algoritmos avanzados permite identificar patrones complejos y correlaciones que pueden pasar desapercibidas con métodos tradicionales. Las grandes empresas, especialmente en sectores como minería, energía y manufactura, analizan enormes volúmenes de datos de

producción y salud, con el fin de predecir dónde es más probable que ocurran accidentes y qué factores están asociados a un mayor riesgo ⁽¹⁴⁾.

2. Inteligencia artificial y aprendizaje automático; a través de técnicas denominadas machine learning, los sistemas son capaces de “aprender” entre comillas de la información histórica para mejorar sus predicciones y generar alertas tempranas de posibles incidentes o apariciones de enfermedades ocupacionales ⁽¹¹⁾.

3. Dispositivos portátiles y sensores (wearables); Pulsómetros, relojes inteligentes y sensores de gases o vibración pueden formar parte de un sistema de monitoreo continuo de salud y la seguridad. En trabajos de riesgo, por ejemplo, en minería subterránea, se pueden instalar sensores en los cascos o chalecos para medir parámetros ambientales y fisiológicos, reduciendo el riesgo de accidentes y condiciones fisiológicas de adaptación del colaborador ⁽¹⁰⁾.

4. Realidad virtual y realidad aumentada; estas tecnologías se utilizan cada vez más en planes de formación y entrenamiento en seguridad y salud de los colaboradores. Mediante simulaciones virtuales, los colaboradores pueden exponerse a situaciones de riesgo sin peligro real, familiarizándose con protocolos de emergencia y uso de equipos de protección.

5. Blockchain y trazabilidad de datos; la tecnología de cadena de bloques denominadas blockchain ofrece posibilidades de inmutabilidad y transparencia en el registro de información, lo cual es esencial para la confiabilidad de los reportes de accidentes y enfermedades de etiología ocupacional. Al utilizar blockchain, se

garantiza que los datos no sean adulterados, lo que aumenta la confianza de las partes interesadas, incluidos los colaboradores, empleadores y entes reguladores ⁽¹²⁾.

1.2.5 CASOS DE ÉXITO DE LA ERA TECNOLÓGICA

La bibliografía nos lleva a revisar las experiencias y casos de éxito a nivel internacional y en el Perú. El conocimiento de casos de éxito sirve como fuente de inspiración y aprendizaje para aquellas organizaciones que desean y apuntan al fortalecimiento de su vigilancia en salud ocupacional mediante sistemas informáticos. Se procederá a desglosar los ejemplos analizados tras la revisión bibliográfica:

1. Sector minero en Chile; Compañías como Codelco han implementado plataformas y sistemas informáticos integradas que recopilan datos sobre condiciones geológicas, ventilación en minas subterráneas y salud de los colaboradores mineros. A través de algoritmos predictivos, se ha logrado reducir la tasa de accidentabilidad grave o mortal, alertando de manera anticipada sobre posibles derrumbes o concentraciones peligrosas de gases ⁽¹³⁾.

2. Industria manufacturera en Alemania; diversas empresas del sector automotriz utilizan sistemas de automatización y robotización que también están conectados a bases de datos de salud ocupacional. La tecnología robótica implementada con sensores puede detectar alteraciones en la postura de los operarios, emitiendo alertas para la corrección ergonómica en tiempo real y contribuyendo a disminuir lesiones musculoesqueléticas ^(4;7).

3. Perú: existe un programa de vigilancia en el corredor minero (Apuímac-Cusco), en zonas de actividad minera intensa, algunas compañías en conjunto con el MINSA han puesto en marcha iniciativas piloto que combinan la vigilancia ocupacional con la vigilancia ambiental. El uso de drones para mapear áreas de explotación y, a la vez, recoger información ambiental y de seguridad. La data se sincroniza con un sistema central que evalúa el estado de salud de los colaboradores, incluyendo pruebas de laboratorio para detectar metales pesados en su organismo, una propuesta que nos pone al mismo nivel vanguardista de grandes potencias ⁽¹⁴⁾.

4. Sector agrario en Costa Rica; pese a su pequeña expansión territorial empresas costarricenses dedicadas a la exportación de frutas tropicales han implantado sistemas móviles que registran la rotación de personal en campo, la exposición a plaguicidas y la ocurrencia de incidentes. La interoperabilidad con los servicios de salud locales permite que los colaboradores reciban atención temprana y especializada cuando se detectan signos de toxicidad ⁽¹⁵⁾.

Estos ejemplos evidencian el espectro abierto de posibilidades que ofertan los sistemas informáticos. Desde el monitoreo de condiciones extremas en minería hasta la vigilancia de riesgos ergonómicos en líneas de producción, es así como la tecnología se presenta como un aliado fundamental para salvaguardar la salud de los colaboradores y optimizar la productividad y fuerza empresarial.

A pesar de los notables beneficios y el potencial transformador y vanguardista de los sistemas informáticos, su adopción enfrenta una serie de desafíos que pueden frenar o complicar su implementación: Limitaciones financieras y desigualdad económica, recordemos que debe existir una inversión inicial en infraestructura

tecnológica, software y capacitación de personal puede ser elevada, especialmente para las mypes. Contextualizando economías emergentes, la prioridad de las organizaciones suele centrarse en la supervivencia económica, dejando en un segundo plano la implementación de sistemas de vigilancia. Resistencia al cambio y falta de cultura digital, Muchas empresas y colaboradores manifiestan resistencia a adoptar tecnologías y sistematización nuevas, por desconocimiento, temor a la complejidad de su uso o por el facilísimo de lo que ya denominan su modo ancestral y arcaico laboral. La falta de familiaridad con entornos digitales puede generar errores en la captura de datos y subutilización de las funcionalidades de los sistemas.

Por otro lado, tenemos otro bloque que hace contingencia al desarrollo pleno de estos sistemas, siendo los desafíos legales y regulatorios la barrera a vencer. Las regulaciones en materia de protección de datos personales pueden imponer restricciones al uso y la transferencia de información médica y laboral. La inexistencia de marcos legales claros respecto a la utilización de tecnologías emergentes limita la creatividad y genera incertidumbre jurídica y legal ⁽¹⁶⁾. Falta de interoperabilidad, no es ajeno que los sistemas no están diseñados para comunicarse entre sí, se generan silos de información que complican el análisis global de los datos. La ausencia de estándares y protocolos unificados dificulta el intercambio de información entre diversas plataformas (aseguradoras, ministerios, clínicas ocupacionales, etc.). Finalmente, el mantenimiento y actualización continua que se requiere de carácter periódico son un real desafío para las organizaciones que carecen de un departamento de tecnología, por lo que encuentran complicado sostener estas tareas a largo plazo. Visto desde este

panorama, la adopción exitosa de sistemas informáticos pasa por la articulación de esfuerzos entre gobierno, sector privado entre otros, la promoción de marcos normativos claros y el impulso de programas de formación continua que desarrollen competencias digitales en todos los niveles ⁽¹⁸⁾.

La transformación digital en la salud ocupacional es un proceso ambicioso y continuo, con un elevado potencial de crecimiento en los próximos años. Para fortalecer y optimizar el uso de sistemas informáticos en la vigilancia, se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Diseñar políticas nacionales de digitalización en salud ocupacional: Los gobiernos deben establecer hojas de ruta claras que integren la salud ocupacional en los planes nacionales con enfoque a una transformación digital. Asignar recursos específicos y la creación de incentivos fiscales pueden acelerar la adopción de sistemas en las empresas.
2. Fortalecer la interoperabilidad y la estandarización: Desarrollo de normas técnicas y estándares de datos que permitan la integración de diferentes plataformas.
3. Fomentar la innovación y la investigación aplicada en este rubro: Impulsar alianzas entre universidades, centros de investigación y empresas de tecnología para el desarrollo de soluciones de vanguardia y otorgar financiamiento a proyectos piloto que exploren nuevas tecnologías y metodologías de vigilancia en sectores de alto riesgo.

4. Priorizar la formación y la capacitación: lo cual se podrá lograr con el diseño de programas académicos y diplomados especializados en salud ocupacional digital, dirigidos a profesionales de distintas disciplinas (ingenieros, médicos, enfermeros, psicólogos, etc.). Implementar planes de capacitación continua dentro de las organizaciones en busca de promover el uso eficiente de los sistemas informáticos y mejorar la cultura digital.

5. Garantizar la protección de datos y la ciberseguridad: Adecuar la normativa de protección de datos a las particularidades de la información ocupacional, reforzando la confidencialidad de los registros médicos. Invertir en sistemas de seguridad, auditorías regulares e infraestructuras en la nube seguras para minimizar riesgos de ciberataques a los cuales la población se ve expuesta de forma cotidiana.

6. Promover la equidad en el acceso a la tecnología, quizá en nuestra realidad la recomendación más puntual, ya que se debe establecer programas de apoyo técnico y financiero para las mypes, a fin de que puedan implementar sistemas básicos de vigilancia. Fomentar la conectividad en zonas rurales y de difícil acceso, con subsidios o alianzas público-privadas para extender redes de Internet.

Las tendencias globales indican que el futuro de la vigilancia en salud ocupacional se caracteriza por la integración de estas tecnologías avanzadas, que no solo facilitan el registro y la gestión de datos, sino que también permiten anticipar escenarios y tomar decisiones preventivas cada vez más personalizadas y detalladas

Se cierra este segundo capítulo enfatizando lo siguiente: los sistemas informáticos para la vigilancia de la salud ocupacional constituyen una herramienta esencial en

la prevención de riesgos, la identificación temprana de enfermedades de etiología ocupacional y la protección integral de la fuerza laboral. La adopción de estos sistemas ha cobrado importancia a nivel internacional, con el respaldo de organizaciones como la OIT y la OMS, y se ha acelerado gracias al avance tecnológico y la creciente disponibilidad de herramientas digitales. En conclusión, los sistemas informáticos representan no solo una modernización de los procesos administrativos, sino una verdadera revolución en la forma de concebir y ejecutar la vigilancia de la salud ocupacional. Con una implementación adecuada, se crea un círculo virtuoso donde los datos confiables, el análisis oportuno y las intervenciones efectivas convergen para mejorar la calidad de vida de los colaboradores y la competitividad de las corporaciones de los diversos sectores económicos globales y nacionales.

1.3 CAPITULO III: SISTEMA INFORMÁTICO HERMÈS, LA CLAVE PARA UNA VIGILANCIA OCUPACIONAL EFICIENTE. UNA EXPERIENCIA PERUANA.

La vigilancia de la salud ocupacional cobra cada vez mayor relevancia en un mundo Cambiante y competitivo, donde el bienestar de los colaboradores se considera un pilar esencial para el desarrollo sostenible de las organizaciones sin que guarde relevancia con el sector económico. En el contexto peruano, las industrias de minería, construcción, agroindustrial entre otras vienen experimentado un crecimiento expeditivo, lo que ha impulsado cambios en la normativa y un mayor escrutinio por parte de las autoridades competentes.

El arribo de la COVID-19 puso en jaque mate al país entero, y en pocos meses, todo lo que concebimos como “normal” se transformó por completo. Desafió nuestros sistemas de salud pública y afectó la economía global y nacional, sacudiendo los cimientos de la salud ocupacional, dejando en evidencia cuán vulnerables pueden ser los entornos laborales ante la aparición de nuevos riesgos biológicos ⁽⁴⁶⁾.

Remontando unos años atrás, el enfoque de la salud ocupacional se centraba en prevenir incidentes y enfermedades ligadas a la actividad laboral, haciendo mayor énfasis en la ergonomía, los riesgos químicos y físicos. Sin embargo, la irrupción repentina de un patógeno con alta capacidad de contagio obligó a replantear dichas estrategias de protección, el diseño de espacios de trabajo y los protocolos de monitoreo de la salud de la fuerza laboral. Fue así como un virus expuso la necesidad de contar con planes de contingencia sólidos y herramientas tecnológicas que permitiesen, en el menor tiempo posible identificar brotes, aplicar medidas

preventivas y, sobre todo, resguardar la seguridad física y mental de la fuerza laboral. En medio de esta cruda realidad, los especialistas en salud ocupacional adoptan un papel protagónico que posteriormente se convirtió en la pieza clave del puzle para diseñar e implementar soluciones que protegieran la integridad de los colaboradores y mantuvieran la continuidad operativa.

En la mitología griega, Hermes hace referencia al mensajero astuto de los dioses, capaz de moverse con extraordinaria rapidez entre el Olimpo y el mundo de los mortales. Su ingenio le permitió forjar vínculos inesperados y su agilidad fue esencial para mantener la comunicación y el equilibrio. Por el siglo XXI, ese espíritu veloz e innovador de Hermes toma forma en un sistema informático creado para revolucionar la vigilancia de la salud ocupacional.

Imaginen por un momento que cada trabajador es un semidiós cuya protección y bienestar depende de recibir “mensajes divinos” a tiempo: alertas sobre riesgos latentes, notificaciones de sus evaluaciones médicas o recordatorios sobre las consultas pendientes del día. El Sistema Hermes asume el papel del mensajero sagaz que atraviesa, sin contratiempos, el laberinto de datos administrativos, resultados clínicos y exigencias legales, entregando la información precisa en el momento adecuado.

Guardando estrecha similitud con el Hermes mitológico, este software no se limita a un único ámbito. Al contrario, mantiene una comunicación fluida con múltiples dimensiones de la vigilancia ocupacional: desde la gestión de reportes de atención, informes médicos, el seguimiento de exámenes periódicos, hasta la generación de estadísticas, datos en tiempo real y el reporte preliminar de accidentes laborales.

En este escenario ilustrativo, el sistema informático Hermes se alzó como una propuesta innovadora, vanguardista y efectiva para la vigilancia médica ocupacional. Concebido por un médico trujillano, ante la elevada demanda de médicos y personal de salud ocupacional en las empresas en el año 2020. A lo largo de este tercer capítulo se describe de manera detallada la historia detrás de este innovador sistema, sus principales características, las funcionalidades que lo distinguen de otras plataformas y su relevancia dentro del marco regulatorio peruano. Asimismo, se buscó analizar el impacto positivo de Hermes en la mejora de la salud ocupacional. El objetivo de este capítulo es situar a esta propuesta como una pieza clave para el desarrollo de una vigilancia médica ocupacional eficiente y robusta, al tiempo que se reflexiona sobre los desafíos y oportunidades que la tecnología trae consigo en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo en nuestro país.

Al intentar comprender la importancia de Hermes en la realidad peruana, resulta fundamental revisar el contexto de la historia de la salud ocupacional en el Perú, la cual se encuentra marcada por la aparición de industrias extractivas principalmente minera, manufactureras y agroindustriales a gran escala, actividades que demandan una atención especial en términos de seguridad y salud. Durante décadas, el país ha experimentado la necesidad de un sistema sólido que articule los esfuerzos públicos y privados para proteger a los colaboradores de los diversos sectores económicos del país.

Tal como se viene señalando en los primeros capítulos la normativa peruana en el campo de salud ocupacional ha evolucionado considerablemente en las últimas

décadas. Una de las piedras angulares es la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, promulgada en el año 2011, la cual establece obligaciones y responsabilidades para empleadores y colaboradores, con un enfoque primario en la prevención de riesgos laborales. A lo largo de los años se han emitido reglamentos y ciertas modificaciones, como el DS 005-2012-TR y sus sucesivas actualizaciones, que refuerzan la obligación de como el realizar exámenes médicos ocupacionales y llevar un registro adecuado de los mismos. Es en este marco legal, donde se hace evidente la clara necesidad de un sistema informático que cumpla los criterios de confidencialidad, integridad y disponibilidad de inmediata de información, que permita adicionalmente, la interoperabilidad con otras plataformas y entidades del gobierno, lo cual en nuestro país aún no se ha logrado. Los sistemas manuales o basados en hojas de cálculo ya no hacen la contingencia necesaria para responder al volumen creciente de datos ni a los requerimientos de precisión y análisis en tiempo real ^(33;44).

1.3.1 HERMÈS: CONECTANDO SALUD Y TECNOLOGÍA PARA UN FUTURO LABORAL MÁS SEGURO

La ciudad de Trujillo es una de las urbes económicas más relevantes del Perú, reconocida por su rica historia cultural y su destacada actividad económica creciente con el pasar de los años, un grupo de médicos dedicados a la salud ocupacional identificó las brechas tecnológicas que dificultaban el cumplimiento de la vigilancia médica de los colaboradores. La experiencia clínica y la interacción con diferentes empresas fueron la llave maestra para formular un proyecto ambicioso: diseñar un sistema informático que resolviera las carencias que se observaba en el quehacer cotidiano.

El punto de partida fue la frustración compartida por muchos profesionales de la salud que se veían obligados a lidiar con apiladas columnas de papeles, bases de datos desactualizadas y la imposibilidad de realizar análisis epidemiológicos en tiempo real. Además, existía una clara oportunidad de mejora que hacía una propuesta tentadora de lograr integrar la información entre clínicas ocupacionales, empleadores y a largo plazo a autoridades de salud y trabajo. Es así como se concibió HERMÈS con un objetivo doble:

1. Brindar una plataforma centralizada para la recolección, almacenamiento y análisis de datos de vigilancia médica ocupacional.
2. Garantizar la adaptabilidad normativa y operativa para responder rápidamente a los requerimientos legales peruanos y a las necesidades de organizaciones de diverso tamaño y sector económico.

Con el apoyo de un equipo multidisciplinario integrado por ingenieros de sistemas, programadores y especialistas en ergonomía, epidemiología y salud ocupacional, se definieron los módulos clave del sistema que buscaba otorgarle al país un avance en el campo médico. El desarrollo se llevó a cabo de manera iterativa, recibiendo retroalimentación continua de un grupo piloto de empresas del norte del Perú.

La primera versión del sistema informático propuesto se enfocó en la digitalización de historias clínicas ocupacionales que facilitará la vigilancia médica ocupacional con la elevada demanda de atenciones en las empresas tras la pandemia. Se optó por una interfaz intuitiva que facilitase la adopción por parte de médicos y personal

de salud que quizá no contaban con amplia experiencia en el uso de software especializado, convirtiéndose en un real desafío.

El éxito de la implementación piloto en algunas empresas de la región de La Libertad generó interés de otros departamentos, como Lambayeque, Piura y Cajamarca, donde la minería y la agroindustria demandaban herramientas similares. Así, en poco tiempo esta propuesta empezó a expandirse a nivel por el norte del país.

Para comprender por qué este sistema se ha convertido en un referente dentro del sector de la vigilancia ocupacional en el norte del país, es necesario detallar las principales características que lo distinguen de otros sistemas que fueron tomados inicialmente como referencia y las funcionalidades que ofrece a sus usuarios.

1.3.2 MÓDULOS CLAVE DE HERMÈS: INNOVACIÓN Y EFICIENCIA EN LA GESTIÓN DE LA SALUD OCUPACIONAL

1. Gestión de riesgos y puestos de trabajo

El sistema permite el registro de la estructura organizacional de la empresa asociando los factores de riesgos (físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales, entre otros) a los puestos correspondientes.

Asocia actividades estándares y demandas requeridas por el puesto para una correcta restricción de las misma en las evaluaciones médicas.

Permite crear los protocolos de exámenes médicos ocupacionales en base a sus grupos de exposición similar (GES) y describir los criterios de aptitud de cada examen que posteriormente pueden ser compartidas con las clínicas ocupacionales.

2. Registro de trabajadores e historias clínicas

Permite la creación y actualización de perfiles individuales de cada colaborador, incorporando datos demográficos, historial laboral y antecedentes médicos.

El sistema incluye campos específicos para registrar exámenes pre-ocupacionales, periódicos y de retiro, con la opción de adjuntar resultados de laboratorios y diagnósticos.

Cada registro cumple con protocolos y estándares de seguridad de los datos, protegiendo la confidencialidad.

3. Generación de reportes e indicadores epidemiológicos

Incluye herramientas de business intelligence que procesan la información almacenada y generan cuadros de mando (dashboards) con indicadores clave: prevalencia de enfermedades ocupacionales, accidentabilidad, índices de ausentismo, etc.

La plataforma facilita la elaboración reportes estadísticos y de informes médicos para presentarlos a la gerencia o para remitirlos a autoridades de trabajo y salud.

4. Alertas y seguimiento clínico

Incorpora un sistema de alertas que notifica a los responsables de salud ocupacional sobre próximas fechas de exámenes, vencimientos de certificados médicos o hallazgos que requieran seguimiento.

Esta funcionalidad asegura que ningún trabajador quede rezagado en su calendario de vigilancia, optimizando la prevención y la detección temprana de enfermedades ocupacionales.

5. Módulo de capacitación y registro de entrenamientos

Algunos programas de prevención exigen que los trabajadores reciban capacitaciones. HERMÈS permite llevar registro de las sesiones de entrenamiento, fechas, contenidos y participantes.

Aporta evidencia del cumplimiento de requerimientos legales y facilita la verificación de la idoneidad del personal para ciertas tareas de riesgo.

Un reto constante en el desarrollo de software especializado es equilibrar la complejidad técnica con la facilidad de uso. Hermes prioriza una interfaz intuitiva, con menús simplificados y gráficamente entendibles, lo que facilita la adopción por parte de profesionales de salud ocupacional, gestores de recursos humanos e incluso por el mismo personal que desea consultar sus datos y acceder a las capacitaciones asincrónicas que se encuentran en la plataforma digital.

Asimismo, su arquitectura está diseñada para adaptarse a diferentes tipos de empresas, desde pymes hasta corporaciones de gran envergadura. La posibilidad de personalizar módulos, campos o reportes específicos, según el sector productivo o los requisitos internos de cada organización, constituye una de sus grandes fortalezas.

La infraestructura tecnológica actual ha permitido que este sistema funcione sobre una infraestructura en la nube, lo que significa que los datos se alojan en un servidor seguro y son accesibles a través de Internet. Esto otorga ventajas como:

- Accesibilidad multiplataforma (computadoras de escritorio, laptops, tabletas o teléfonos inteligentes).
- Actualización automatizada de versiones, lo que garantiza que el usuario siempre cuente con la última funcionalidad.
- Respaldo de información en tiempo real, reduciendo el riesgo de pérdida de datos por fallas locales de hardware.

Un aspecto crucial y muchas veces debatible en cualquier sistema digitalizado de historias clínicas es la garantía de confidencialidad. Esta propuesta peruana cumple con protocolos de cifrado de datos y estándares internacionales para el resguardo de la información sensible. Además, incluye controles de acceso basados en roles, permitiendo que solo el personal autorizado pueda acceder a ciertos módulos o datos. Esto no solo protege la privacidad del colaborador, sino que también evita alteraciones no autorizadas en la base de datos ⁽⁴⁷⁾.

Una vez descritas las características principales de sistema informático Hermes, es importante destacar los beneficios más significativos que conlleva su uso en el ámbito de la vigilancia ocupacional peruana. Estos beneficios no solo redundan en la protección del trabajador, sino que impactan positivamente en la eficiencia y el clima organizacional.

1.3.3 REDEFINIENDO LA SALUD OCUPACIONAL A TRAVÉS DE LA ESTANDARIZACIÓN INTELIGENTE

Al centralizar la información en una única plataforma, se obtienen procesos estandarizados para la emisión de reportes y la elaboración de estadísticas. Esta estandarización contribuye a una mayor coherencia en la aplicación de los protocolos de salud ocupacional y reduce la variabilidad que podría existir entre diferentes áreas o sedes de la misma empresa.

El tiempo que anteriormente se invertía en la búsqueda manual de documentos, la consolidación de hojas de cálculo y la duplicación de reportes, ahora se puede canalizar hacia actividades de mayor valor añadido, como la prevención y la educación en salud. Asimismo, la reducción de errores y omisiones en los registros médicos se traduce en un ahorro financiero, ya que se minimizan riesgos de sanciones o multas por incumplimiento normativo.

Gracias a la variedad de reportes generados, la gerencia y los profesionales de salud ocupacional pueden basar sus decisiones en datos concretos. Por ejemplo, se pueden identificar tendencias de enfermedades musculoesqueléticas en determinadas líneas de producción y actuar de manera preventiva en la ergonomía de los puestos de trabajo. Este enfoque basado en evidencia refuerza la cultura de la prevención y promueve la mejora continua de la gestión de riesgos. Los colaboradores tienen la tranquilidad de que sus datos médicos están siendo gestionados de forma segura y ordenada. Además, pueden solicitar acceso a su información con un usuario y clave de acceso individualizada y tener un mayor control sobre su salud ocupacional. Esta apertura favorece la confianza en la empresa y puede fortalecer la relación entre empleadores y empleados.

1.3.4 ALINEAMIENTO CON LA NORMATIVA

Al estar diseñado específicamente para el contexto peruano, se incorpora los requisitos legales vigentes y se actualiza en caso de modificaciones en la norma. Esto simplifica el cumplimiento de las disposiciones relativas a la salud ocupacional y facilita la generación de informes estandarizados para su presentación a la autoridad competente, reduciendo el riesgo de incurrir en incumplimientos.

Para lograr ilustrar de forma concreta el impacto de este sistema y de la experiencia que viene generando en el país, se presenta un caso de estudio centrado en el sector minero, uno de los pilares económicos que mayor fuerza a tomado en el Perú. Aunque los datos son ficticios y no se menciona el nombre de la empresa por confidencialidad, la experiencia descrita refleja situaciones reales que muchas organizaciones mineras enfrentan.

1.3.5 MÚLTIPLES PROGRAMAS DE SALUD OCUPACIONAL INTEGRADOS

Uno de los mayores atractivos de este desafío peruano es su capacidad para integrar y administrar múltiples programas de salud ocupacional dentro de una misma plataforma. Individualizando la necesidad de cada empresa y los riesgos de cada uno de sus colaboradores según la función que ejecutan.

Programa de Vigilancia Médica Ocupacional

El núcleo de este sistema es su módulo de historias clínicas, que permite registrar:

- Exámenes de ingreso: Información relativa a los antecedentes médicos personales y familiares de cada colaborador, así como evaluaciones clínicas generales y específicas según el tipo de riesgo laboral.
- Exámenes periódicos: Seguimiento temporal de la salud del trabajador, a fin de detectar cualquier alteración derivada de la exposición a riesgos ocupacionales (físicos, químicos, biológicos, ergonómicos o psicosociales).
- Exámenes de retiro: Evaluación final para documentar el estado de salud del trabajador al concluir su relación laboral y determinar si existen lesiones o secuelas relacionadas con el trabajo.

Este programa se beneficia de la emisión de informes en tiempo real y la posibilidad de programar alertas automáticas cuando se aproxima la fecha de un examen o si se detectan resultados anómalos que requieran una intervención oportuna.

Programa de promoción y prevención de la salud

Esta propuesta que busca estar a la altura de otras plataformas de talla mundial también puede configurar módulos para el control de enfermedades crónicas como hipertensión arterial, diabetes y dislipidemias. Esto resulta de gran utilidad en un país donde la transición epidemiológica muestra un aumento de padecimientos crónicos, incluso en la población laboralmente activa.

El sistema permite:

- Llevar un registro actualizado de las cifras de presión arterial, glucosa y colesterol de los empleados diagnosticados.

- Programar recordatorios de citas médicas o entregas de medicación, previniendo descompensaciones que afecten el desempeño laboral.
- Generar reportes estadísticos sobre la prevalencia de enfermedades crónicas en la plantilla, orientando las políticas de promoción de la salud.

Programa de Ergonomía y Prevención de Lesiones Musculoesqueléticas

En sectores productivos donde la actividad física es intensa o repetitiva, los trastornos musculoesqueléticos (TME) representan una de las principales causas de ausentismo y disminución de la productividad, esta propuesta peruana incorpora herramientas para:

- Registrar el tipo y la frecuencia de actividades que implican carga física (manejo de pesos, posturas forzadas, movimientos repetitivos)
- Diseñar planes de intervención, como pausas activas, rotación de puestos o modificaciones en el diseño del área de trabajo, y verificar su efectividad en la reducción de TME.

Programa de Prevención de Accidentes de Trabajo

La importancia de la seguridad en el ámbito laboral demanda la existencia de un programa especial para la prevención de accidentes. HERMÈS ofrece funcionalidades para:

- Reportar preliminarmente accidentes de trabajo: El sistema agiliza la creación de informes iniciales inmediatamente después del suceso, facilitando el análisis de causas y la implantación de medidas correctivas.
- Generar estadísticas de accidentalidad, clasificándolas por área, tipo de lesión, gravedad y frecuencia, todo ello en tiempo real.

Así, la integración de múltiples programas dentro de HERMÈS proporciona una visión holística de la salud ocupacional, maximizando la eficiencia de los recursos y garantizando el cumplimiento normativo del país.

1.3.6 FUNCIONALIDADES CLAVE

A continuación, se describen con mayor detalle las principales funcionalidades de esta cautivante propuesta peruana y cómo estas han repercutido en la mejora de los procesos de salud ocupacional de las organizaciones que lo han adoptado.

Emisión de estadísticas y reportes en tiempo real

Uno de los mayores diferenciales de este sistema es su capacidad de generar informes y estadísticas en tiempo real, lo cual proporciona un panorama actualizado del estado de salud de los colaboradores en cualquier momento. Esta información resulta de gran valor para:

- Tomar decisiones basadas en evidencia: Al identificar áreas o procesos con mayor incidencia de accidentes o enfermedades ocupacionales, los responsables de salud y seguridad pueden enfocar los esfuerzos preventivos.

- Cumplir con la normativa vigente: Las entidades fiscalizadoras exigen reportes periódicos de vigilancia médica y accidentabilidad, lo cual facilita la emisión de estos documentos sin tener que recurrir a procesamientos manuales engorrosos.
- Monitorear la evolución de los indicadores: Al contar con informes automatizados, las empresas pueden detectar tendencias y patrones de manera más ágil, ajustando estrategias de prevención y promoción de la salud.

Control de descansos médicos y ausentismos

En el Perú, la emisión de descansos médicos es un factor crítico que puede impactar de forma significativa en la productividad de las empresas. El descontrol o la ausencia de un registro confiable de estos descansos conlleva costos elevados y conflictos laborales. Se aborda este problema a través de:

- Registro automatizado de cada descanso médico, con detalles sobre la fecha de inicio y fin, el diagnóstico, el médico tratante y la justificación correspondiente.
- Alertas de seguimiento cuando la duración del reposo excede los rangos habituales para determinadas patologías, posibilitando una investigación inmediata.
- Análisis estadístico de ausentismos, de modo que la empresa pueda detectar patrones anómalos o excesos en la emisión de descansos para un área o colaborador en particular.

Gracias a esta herramienta, las empresas pueden optimizar la gestión de los descansos, reducir costos relacionados con ausentismos prolongados y asegurar que el personal reciba la atención médica adecuada sin caer en abusos o negligencias.

Reporte preliminar de accidentes laborales

Cuando ocurre un accidente laboral, la inmediatez en la recolección de información es crucial para prevenir sucesos similares en el futuro. La elaboración de un “Reporte Preliminar de Accidente”, el cual:

- Se elabora in situ o tan pronto como sea posible, incorporando datos sobre las circunstancias, los posibles agentes causales y las condiciones de seguridad previas.
- Permite adjuntar evidencias (fotografías, testimonios, documentos) que esclarecen el suceso.
- Inicia un flujo de aprobación y validación interna que culmina en un informe final, el cual puede compartirse con autoridades y empleadores.

Esta respuesta ágil minimiza el tiempo transcurrido entre el accidente y la implementación de medidas correctivas, fortaleciendo la cultura de seguridad en la empresa.

Notificaciones automáticas sobre vigilancia programada

Otro aporte relevante es la emisión de notificaciones que alertan sobre las próximas evaluaciones médicas que deben realizarse, ya sea por periodicidad legal o por riesgos específicos asociados a ciertos puestos de trabajo. Estas alertas:

- Evitan omisiones o retrasos en la realización de exámenes médicos obligatorios, cumpliendo con la normativa.
- Mejoran la experiencia del trabajador, quien recibe recordatorios para agendar o presentarse a las evaluaciones correspondientes.
- Contribuyen a un mayor orden y eficiencia, ya que permiten planificar el volumen de consultas y coordinar con el personal médico disponible.

Al reducir los olvidos y el papeleo tradicional, las organizaciones ahorran tiempo y dinero, al tiempo que previenen potenciales sanciones por incumplimiento de la legislación.

1.3.7 RESULTADOS Y LOGROS

- Reducción en un 40% del tiempo invertido en la consolidación de datos para la elaboración de informes diarios, mensuales, trimestrales y anuales.
- Mejora en la detección temprana de problemas respiratorios, ergonómicos entre otros.
- Incremento de la satisfacción del personal, pues el acceso rápido y la posibilidad de agendar evaluaciones médicas de forma digital fomentó un mayor sentido de control y cuidado de la salud de un elevado número de colaboradores.

1.3.8 RETOS Y LECCIONES APRENDIDAS

- **Adecuación cultural:** Fue necesario trabajar en la aceptación y confianza del personal, especialmente de aquellos menos familiarizados con la tecnología. La sensibilización y la capacitación continua resultaron esenciales.
- **Garantía de conectividad:** En zonas mineras alejadas, la conectividad sigue siendo el reto a vencer.
- **Sostenibilidad y actualización:** La empresa tomada para esquematizar el ejemplo comprendió que la implementación de sistemas digitales no es un evento aislado, sino un proceso continuo que requiere actualizaciones del sistema y ajustes a la normativa.

Este caso de estudio refuerza el valor de esta propuesta peruana como un aliado estratégico en la vigilancia ocupacional, especialmente en sectores de alta complejidad como el minero, sin dejar de enfatizar que puede ser aplicable a cuál sector empresarial, pequeñas, medianas y grandes empresas.

Existe una oportunidad clara para que este sistema, o soluciones similares que busquen colocar al país al nivel de naciones con tecnología más avanzadas, se adopten a sectores diversos, especialmente en entidades que tienen bajo su mando a un elevado número de trabajadores con funciones de riesgo o mypes que buscan crear una cultura para sus colaboradores a un costo menor a través de la televigilancia.

Uno de los retos futuros consiste en integrar el sistema informático Hermes con las plataformas que utilizan el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, el Ministerio de Salud (MINSA) o incluso entidades como Essalud. Esta interoperabilidad permitiría optimizar la supervisión de la salud ocupacional a nivel nacional, evitando la duplicidad de registros y simplificando la elaboración de informes estadísticos de carácter nacional. El creciente volumen de datos que genera la vigilancia ocupacional abre la puerta a aplicaciones de Inteligencia Artificial y análisis de Big Data. En un futuro prometedor podría incorporar algoritmos predictivos que, basados en la exposición a ciertos riesgos y en el historial médico, alerten tempranamente sobre la probabilidad de desarrollar ciertas patologías ocupacionales. Estas capacidades predictivas reforzarían la prevención y reducirían costos en salud a largo plazo ⁽⁴⁷⁾.

Aunque esta experiencia se creó pensando en el contexto peruano, su arquitectura y principios de diseño podrían replicarse en otros países de Latinoamérica, donde las necesidades de vigilancia ocupacional son similares. La clave radicaría en ajustar ciertos parámetros normativos y culturales, pero la esencia de la plataforma mantendría su validez contribuyendo al avance médico.

A pesar de los múltiples beneficios que representa para la vigilancia ocupacional, existen barreras que dificultan o retardan su adopción:

1. Resistencia al cambio: La implementación de un nuevo sistema informático implica una transformación en la forma de trabajar. Muchos profesionales de salud ocupacional y gerentes pueden mostrarse reacios a abandonar métodos tradicionales que les resultan familiares.

2. Limitaciones económicas: Pequeñas empresas podrían considerar que la adquisición o suscripción a un software especializado escapa de su presupuesto, ignorando que a mediano plazo se traduce en beneficios y ahorros.
3. Brecha digital: No todos los usuarios están familiarizados con las herramientas tecnológicas, lo que requiere programas de capacitación intensivos para asegurar un uso correcto y sostenido.
4. Infraestructura de internet: En zonas rurales o de difícil acceso, la conectividad sigue siendo deficiente, lo que dificulta su ejecución.
5. Actualización constante: Las normas peruanas en materia de salud ocupacional se actualizan periódicamente, lo que implica que deben estar atentos para realizar los cambios necesarios y preservar el cumplimiento legal.

El sistema informático HERMÈS es una experiencia peruana que busca una respuesta eficiente e innovadora a los desafíos de la vigilancia médica ocupacional en el Perú. Su desarrollo, continúa buscando soluciones prácticas ante una problemática tangible, demuestra el poder transformador de la tecnología en el campo de la salud laboral. Gracias a su enfoque modular, escalable y seguro, ha logrado que Perú no sea ajeno al avance tecnológico.

Al concluir este capítulo, es importante subrayar algunos puntos clave:

1. Contexto normativo y pertinencia: está propuesta se alinea con la normativa peruana de salud y seguridad ocupacional (Ley N° 29783, DS 005-2012-TR y

regulaciones complementarias), facilitando el cumplimiento de las obligaciones legales de las empresas ⁽³³⁾.

2. Innovación y adaptabilidad: La plataforma ha sabido evolucionar a medida que surgen nuevas demandas tanto del sector privado como de las autoridades. Su arquitectura y la posibilidad de personalizar módulos lo hacen altamente versátil.

3. Generación de cultura preventiva: Más allá del simple cumplimiento normativo, promueve una cultura enfocada en la prevención y el cuidado integral de los colaboradores, al permitir detectar tempranamente tendencias y problemáticas de salud.

4. Mejora de la competitividad empresarial: Las empresas que gestionan adecuadamente la salud de sus colaboradores experimentan menores tasas de ausentismo, reducen sus costos de atención médica y fortalecen su imagen institucional, generando un impacto positivo en la productividad y con ello en la demanda creciente de la entidad.

5. Perspectivas futuras: Con la incursión de la Inteligencia Artificial, la telemedicina y el análisis predictivo de datos, el horizonte se proyecta hacia una medicina ocupacional aún más proactiva y personalizada.

Sin embargo, no se puede ignorar que la implementación de un sistema de este calibre exige compromiso y un cambio cultural en las organizaciones. La resistencia al cambio y la brecha digital constituyen desafíos que deben ser abordados con estrategias de capacitación y sensibilización adecuadas. Asimismo, el rol de las autoridades del sector público es crucial para fomentar la adopción de herramientas

tecnológicas estandarizadas que fortalezcan la vigilancia ocupacional a nivel nacional ^(47,48).

No obstante, el camino hacia la adopción masiva de esta experiencia peruana y sistemas similares no está exento de retos. La resistencia al cambio, las limitaciones en infraestructura de conectividad y la dinámica evolución de la normativa demandan un trabajo coordinado entre desarrolladores, autoridades, empresas y profesionales de la salud ocupacional. También es crucial seguir invirtiendo en capacitación y sensibilización, de modo que el personal y los directivos comprendan el valor añadido que aporta la digitalización de la vigilancia ocupacional ⁽⁴⁷⁾.

En cuanto al futuro, las posibilidades de expansión geográfica (tanto en el interior del Perú como hacia otros países de la región) y la incorporación de tecnologías emergentes amplían significativamente el horizonte de esta propuesta peruana. Ello garantizará que las empresas cuenten con herramientas cada vez más sofisticadas y predictivas, potenciando la prevención y el cuidado de sus colaboradores.

En conclusión, la experiencia peruana del sistema Hermes en el contexto del país demuestra que la innovación tecnológica en salud ocupacional no solo es factible, sino necesaria para enfrentar los desafíos actuales y futuros. Con su enfoque integral, la capacidad de emitir reportes preliminares de accidentes, la administración de descansos médicos, la entrega de estadísticas en tiempo real y la notificación de vigilancia programada.

II. CONCLUSIONES

- La innovación digital es clave para la salud ocupacional moderna
La integración de sistemas informáticos en la vigilancia de la salud laboral ha demostrado ser un factor determinante en la prevención de enfermedades y accidentes ocupacionales. Herramientas como el Big Data, la inteligencia artificial, los wearables y la telemedicina han revolucionado la forma en que se monitorea la salud de los trabajadores, permitiendo intervenciones oportunas y reduciendo riesgos.
- La salud ocupacional debe migrar de lo reactivo a lo preventivo
Tradicionalmente, la salud ocupacional se ha enfocado en reaccionar ante incidentes. Sin embargo, la digitalización permite anticiparse a los riesgos, generando alertas tempranas que pueden salvar vidas y mejorar la calidad de vida de los trabajadores. El reto es promover una cultura de prevención basada en evidencia, donde los datos sean utilizados estratégicamente para mejorar las condiciones laborales.
- El Perú avanza, pero con desigualdades en la digitalización
Si bien el país ha implementado sistemas como el SAT y SIVISO, la adopción de tecnologías en salud ocupacional aún es desigual. Mientras grandes industrias como la minería han logrado integrar plataformas avanzadas, las micro y pequeñas empresas aún enfrentan barreras económicas, tecnológicas y culturales que dificultan su acceso a estos avances.
- Los sistemas informáticos mejoran la eficiencia y la transparencia
La implementación de plataformas digitales ha reducido significativamente

los errores humanos en el manejo de datos ocupacionales. Además, han permitido una mayor transparencia en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, alineando a las empresas con estándares internacionales como ISO 45001 y las normativas de la OIT.

- El Sistema HERMÈS marca un hito en la digitalización de la salud ocupacional en el Perú. La creación de un sistema informático diseñado específicamente por médicos trujillanos para mejorar la vigilancia ocupacional demuestra que la innovación puede surgir desde el propio sector salud. HERMÈS se convierte en un referente al integrar tecnología para el monitoreo de la salud laboral en tiempo real.
- Las empresas deben asumir un rol activo en la adopción de tecnología para la salud ocupacional. La implementación de un sistema como HERMÈS solo será efectiva si las empresas priorizan su uso y capacitan a su personal en su manejo. La transformación digital no solo debe ser un requerimiento normativo, sino una estrategia clave para garantizar el bienestar de los trabajadores.

III. RECOMENDACIONES

1. Desarrollar políticas nacionales de transformación digital en salud ocupacional; Se deben establecer hojas de ruta claras que impulsen la digitalización en todos los sectores productivos, priorizando aquellos con mayores índices de accidentes y enfermedades ocupacionales. Esto debe incluir incentivos fiscales y financieros para que las pequeñas y medianas empresas adopten tecnología sin que ello represente una carga económica inasumible.
2. Fortalecer la interoperabilidad de los sistemas informáticos
Actualmente, existen múltiples plataformas digitales en salud ocupacional que no están integradas entre sí. Es crucial estandarizar los formatos de datos y garantizar la interoperabilidad entre los sistemas del MINSA, SUNAFIL, las Aseguradoras de Riesgos de Trabajo (ART) y las empresas privadas, permitiendo así una vigilancia más efectiva y coordinada.
3. Incentivar la investigación y la adopción de nuevas tecnologías
La inteligencia artificial, el Big Data, la realidad aumentada y los wearables son herramientas con gran potencial para la predicción y prevención de riesgos laborales. Se recomienda impulsar alianzas entre universidades, centros de investigación y empresas tecnológicas para desarrollar soluciones innovadoras adaptadas a la realidad peruana.
4. Reducir la brecha digital y mejorar la accesibilidad tecnológica
Muchas zonas rurales y empresas pequeñas carecen de los recursos necesarios para implementar herramientas digitales en salud ocupacional. Es necesario fomentar la conectividad en regiones alejadas y

diseñar programas de financiamiento y apoyo técnico para que todas las organizaciones, sin importar su tamaño o ubicación, puedan beneficiarse de estas innovaciones.

5. Garantizar la protección de datos y la ciberseguridad
La digitalización de la salud ocupacional implica el manejo de información sensible de los trabajadores. Es fundamental reforzar las normativas de protección de datos, implementar protocolos de seguridad informática y concientizar a las empresas sobre la importancia de la confidencialidad en el uso de estas plataformas.
6. Promover la telemedicina y el monitoreo remoto en sectores estratégicos
La telemedicina ha demostrado ser una herramienta valiosa en la vigilancia de la salud laboral, especialmente en industrias donde los trabajadores operan en zonas remotas. Se recomienda expandir su uso en minería, hidrocarburos, construcción y agroindustria, permitiendo evaluaciones médicas a distancia y un seguimiento continuo de enfermedades ocupacionales.
7. Evaluar y mejorar continuamente los sistemas informáticos en salud ocupacional; La implementación de tecnología no debe ser estática. Es necesario establecer indicadores de desempeño que permitan medir la eficacia de los sistemas informáticos en salud ocupacional y hacer los ajustes necesarios para su optimización.

IV . REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Congreso de la República de Perú. Ley N 29733 - Ley de Protección de Datos Personales [Internet]. 2013 [citado 2023 ago 15]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/congreso-de-la-republica/normas-legales/243470-29733>
2. Ministerio de Salud. Ley 30024 - Ley que Crea el Registro de Nacional de Historias Clínicas Electrónicas [Internet]. El peruano; 2013 [citado 2023 ago 15]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/240527-30024>
3. Revista Peruana de Salud Pública. Análisis de la cultura de prevención en empresas manufactureras de Lima: el rol de las tecnologías digitales. Rev Peru Salud Publica. 2018;10(2):33-42.
4. Wang T, Yang C, Li Y. Collaborative occupational health networks: A global perspective. Occup Saf Health J.2019;74(3):200-10.
5. García M, Morán D. Aplicación de inteligencia artificial en la predicción de accidentes laborales en Perú. Rev Tecnol Segur Ind. 2019;8(2):45-52.
6. Organización Internacional del Trabajo (OIT). Protección de datos y empleo: directrices para la era digital. Ginebra: OIT; 2019.
7. Ministerio de Salud (MINSa). Manual de procedimientos para la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a ruido ocupacional. Lima: MINSa; 2019.
8. Fernández M, Ramos V. Ética y protección de datos en el uso de wearables en el entorno laboral. Rev Salud Laboral Iberoam. 2020;5(3):45-59.

9. Melchor L, Aguilar P. Nuevas plataformas de vigilancia de la salud ocupacional: un estudio exploratorio. *Rev Chil Salud Publica*. 2020;24(2):99-108.
10. Jenkins H, Duarte P. Predictive analytics in occupational safety: A scoping review. *J Occup Environ Med*. 2020;62(8): e434-e42.
11. Krick M, Johnson E. Telemedicine for remote worker health management. *Telemed e-Health*. 2020;26(10):1289-96.
12. Revista Peruana de Salud Ocupacional. Beneficios y desafíos de la digitalización de registros médicos en entornos mineros peruanos. *Rev Peru Salud Ocup*. 2020;12(3):56-69.
13. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Telemedicina ocupacional en la sierra peruana: estudio de caso en industrias medianas [Tesis de pregrado]. Lima: UNMSM; 2020.
14. Organización Mundial de la Salud (OMS). Informe sobre salud ocupacional y tecnologías emergentes. Ginebra (CH): OMS; 2021.
15. Revista Iberoamericana de Salud Ocupacional. Inteligencia artificial y predicción de riesgos: lecciones desde Europa. *Rev Iberoam Salud Ocup*. 2021;16(2):101-19.
16. Cao B, Zhang L, yuan G. Artificial intelligence in occupational health: Opportunities and challenges. *Int J Occup Health*. 2021.
17. García J, Solís R. Aplicaciones de la realidad virtual en la capacitación en salud ocupacional. *Rev Panam Salud Ocup*. 2021;10(2):33-42.
18. Kim S, Park Y, Lee H. Wearable devices for workforce health monitoring: A systematic review. *Occup Environ Med*. 2021;78(4):256-63.

19. Tesis de la Universidad Nacional de Piura. Implementación de un sistema de machine learning para la gestión de accidentes en el sector hidrocarburos [Tesis de licenciatura]. Piura: UNP; 2021.
20. Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Wearables y reducción de la siniestralidad en unidades mineras del sur peruano [Tesis de Maestría]. Lima: UNI; 2021.
21. López D, Pérez A, Silva C. Big Data y salud ocupacional: una revisión de los principales hallazgos empíricos en Latinoamérica. *Rev Iberoam Salud Ocup.* 2022;15(1):12-25.
22. García S, Calderón L, Ramos V. Promoviendo la innovación en salud ocupacional: estrategias de colaboración público-privada en el Perú. *Rev Peru Salud Ocup.* 2022;15(1):12-25.
23. Ramazzini B. *Diseases of Workers [De Morbis Artificum Diatriba]*. Modena: Antonio Capponi; 1700.
24. Rosen G. *A History of Public Health*. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 1993.
25. McCuaig K. *A History of Global Health: Interventions Into the Lives of Other Peoples*. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 2016.
26. Luna S, Galeano M, Sánchez H. Vigilancia de la salud del trabajador: fundamentos y metodología. *Rev Salud Ocup.* 2018;34(2):135-141.
27. Rosen G. *A history of public health*. 2nd ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press; 1993.
28. Marsh T, Payne RL. The importance of data quality in safety management. *Saf Sci.* 2020; 126:104657.

29. European Commission. General Data Protection Regulation (GDPR) [Internet]. Bruselas: EC; 2018 [citado 20 de enero de 2025]. Disponible en: [\[https://gdpr.eu/\]\(https://gdpr.eu/\)](https://gdpr.eu/)
30. International Labour Organization (ILO). R202 - List of Occupational Diseases Recommendation, 2010 (No. 194). Ginebra: ILO; 2010.
31. World Health Organization (WHO). Protecting Workers' Health [Internet]. Ginebra: WHO; 2021 [citado 20 de enero de 2025]. Disponible en: [\[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health\]\(https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health)
32. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Information management in occupational safety and health. Bilbao: EU-OSHA; 2019.
33. Congreso de la República del Perú. Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo Lima: El Peruano; 2011.
34. Ministerio de Salud (MINSA). Sistema Informático para la Vigilancia en Salud Ocupacional (SIVISO) [Internet]. Lima: MINSA; 2020 [citado 20 de enero de 2025]. Disponible en: [\[http://www.minsa.gob.pe\]\(http://www.minsa.gob.pe\)](http://www.minsa.gob.pe)
35. Baker MG, Peckham TK, Seixas NS. Estimating the burden of disease and injury in workforces and workplaces. *Am J Public Health.* 2020;110(3):364-371.
36. Kang D, Kim J, Li J. Machine learning approaches for early detection of occupational diseases. *J Occup Health.* 2021;63: e12256.

37. Xu X, Weber I, Staples M, et al. Blockchain and smart contracts for business process management. *ACM Trans Manage Inf Syst.* 2019;9(1):4.
38. Codelco. Reporte de Sustentabilidad [Internet]. Santiago de Chile: Codelco; 2023 [citado 20 de enero de 2025]. Disponible en: <https://www.codelco.cl>
39. Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Informe sobre la gestión minera en Apurímac. Lima: MINEM; 2021.
40. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Costa Rica: Working conditions in fruit export sector. Roma: FAO; 2020.
41. Superintendencia Nacional de Salud (SUSALUD). Directiva Administrativa N° 006-2020-SUSALUD/SA. Lima: SUSALUD; 2020.
42. Calderón-Ramírez R, Gálvez-Díaz L, Díaz-García R. Vigilancia médica ocupacional y su impacto en la prevención de enfermedades laborales. *Rev Peru Med Exp Salud Publica.* 2020;37(2):234-40.
43. Salazar-Linares C, Arévalo-Ramírez M. Gestión de seguridad y salud en el trabajo en la industria peruana: avances y desafíos. *Rev Esp Salud Pública.* 2019;93(1): e2021004.
44. Supremo N° 005-2012-TR y sus modificatorias.
45. Organización Internacional del Trabajo (OIT). “Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo”.
46. Ministerio de Salud (MINSa). Protocolos y lineamientos de Vigilancia de la Salud Ocupacional en el contexto de la pandemia de COVID-19.
47. Pérez-García, G. (2020). La transformación digital en salud ocupacional postpandemia en Latinoamérica. *Revista de Salud Laboral*, 13(2), 72-85.

48. Román, L., & Guevara, J. (2021). Software especializado en medicina ocupacional: una revisión de su evolución e impacto en la región andina. *Revista Peruana de Salud Ocupacional*, 9(1), 25-39.
49. Organización Mundial de la Salud (OMS). Directrices sobre la gestión de la salud y seguridad ocupacional en la era digital.