

Diseñar un sistema de monitoreo precoz de sobrecarga física como herramienta predictiva de riesgo laboral en SANHE S.A.S

Trabajo final presentado por:	Mariana Amézquita Alvarez - Ana Mary Luz Parrado
Programa:	Especialización en Gerencia de Seguridad y Salud en el Trabajo
Docente:	Daniel Andrés Rodríguez
Fecha:	Febrero - 2026

Índice de contenidos

Resumen.....	2
Abstract.....	4
1. Introducción.....	5
1.1. Objetivo General.....	6
1.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3. Metodología.....	6
1.3.1. Identificación y Análisis del Problema.....	7
1.3.2. Planificación de la Solución.....	8
2. Identificación y descripción un problema al interior de la organización.....	8
2.1. Descripción de la empresa a intervenir.....	9
2.1.1. Misión.....	9
2.1.2. Visión.....	10
2.1.3. Mapa de procesos.....	10
2.1.4. Descripción del proceso a intervenir.....	11
2.1.5. Descripción del problema que presenta el proceso.....	12
3. Establecimiento de planes de acción para la solución del problema.....	14
3.1. Establecimiento de objetivos.....	14
3.2. Descripción de la solución.....	15
3.3. Secuencia de actividades para ejecución de la solución.....	15
3.4. Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución.....	20
4. Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.....	21
4.1. Alcance final de la solución.....	21
4.2. Identificación de responsables de las actividades para ejecución.....	22
4.3. Cronograma de ejecución.....	23
4.4. Presupuesto.....	25
5. Referencias bibliográficas.....	27
6. Anexos.....	28
6.1. Propuesta Innovadora.....	28
6.1.1. Fundamentación conceptual y estratégica.....	28
6.1.2. Componente innovador diferencial.....	29
6.1.3. Modelo conceptual del sistema.....	30
6.1.4. Indicadores de impacto proyectado.....	30
6.1.5. Impacto estratégico.....	31
6.1.6. Escalabilidad y proyección futura.....	33
6.1.7. Valor agregado del trabajo de grado.....	34

RESUMEN

El presente proyecto de grado tuvo como objetivo diseñar un sistema de monitoreo precoz de sobrecarga física, como herramienta predictiva de riesgo laboral, en el proceso operativo de carga, descarga y traslado de llantas en la empresa SANHE GROUP S.A.S. La problemática identificada se relaciona con la alta exposición a factores de riesgo biomecánico derivados de la manipulación Manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos, los cuales incrementan la probabilidad de trastornos músculo esqueléticos y ausentismo laboral.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque de investigación-acción, propio de las ciencias sociales aplicadas, integrando observación directa, análisis económico, revisión documental del SG-SST y participación de los trabajadores en la identificación de síntomas de fatiga y sobre-esfuerzo. A partir del diagnóstico se estructuró una propuesta preventiva basada en el uso de sensores corporales, autor, registro de percepción de fatiga y análisis sistemático de datos, articulada al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo conforme al Marco normativo colombiano.

Como resultado se definieron objetivos, plan de acción y un cronograma de nueve meses, así como un presupuesto estimado e indicadores de procesos e impacto orientados a reducir la incidencia de lesiones musculoesqueléticas y fortalecer la cultura de la prevención. Se concluye que la incorporación de herramientas de monitoreo temprano permite transitar de un enfoque reactivo a un predictivo en la gestión del riesgo, aportando sostenibilidad organizacional y cumplimiento normativo en el contexto empresarial colombiano.

Palabras clave: Monitoreo, Sobrecarga física, riesgo biomecánico, trastorno musculoesquelético, Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

ABSTRACT

The objective of this degree project was to design an early monitoring system for physical overload, as a predictive tool for occupational risk, in the operational process of loading, unloading, and transporting tires at the company SANHE GROUP S.A.S. The problem identified is related to high exposure to biomechanical risk factors derived from manual handling of loads, forced postures, and repetitive movements, which increase the likelihood of musculoskeletal disorders and work absenteeism.

The research was conducted using an action research approach, typical of applied social sciences, integrating direct observation, economic analysis, documentary review of the SG-SST, and worker participation in identifying symptoms of fatigue and overexertion. Based on the diagnosis, a preventive proposal was structured based on the use of body sensors, author, fatigue perception records, and systematic data analysis, linked to the occupational safety and health management system in accordance with the Colombian regulatory framework.

As a result, objectives, an action plan, and a nine-month schedule were defined, as well as an estimated budget and process and impact indicators aimed at reducing the incidence of musculoskeletal injuries and strengthening the culture of prevention. It is concluded that the incorporation of early monitoring tools allows for a shift from a reactive to a predictive approach to risk management, contributing to organizational sustainability and regulatory compliance in the Colombian business context.

Keywords: Monitoring, Physical overload, Biomechanical risk, Musculoskeletal disorder, Occupational Health and Safety Management System (SG-SST).

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto de aplicación bajo la metodología de investigación-acción, se orienta a diseñar y proponer un sistema de monitoreo precoz de sobrecarga física en los procesos de carga, descarga y movilización manual de productos en los trabajadores del área logística de la empresa SANHE GROUP S.A.S. Esta situación impide anticipar el deterioro funcional del trabajador antes de que se materialice en lesiones musculoesqueléticas, accidentes laborales o disminución del desempeño operativo, limitando el alcance preventivo del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

SANHE GROUP S.A.S es una empresa dedicada a la importación y comercialización de llantas para motocicletas en Colombia, cuya operación logística se caracteriza por la manipulación manual de cargas, desplazamientos repetitivos y exigencias físicas continuas, ejecutadas por un grupo de 17 trabajadores operativos. Estas condiciones generan una exposición permanente a factores de riesgo biomecánicos, particularmente relacionados con posturas forzadas, esfuerzos repetitivos y sobrecarga músculo-esquelética, los cuales no siempre son identificados oportunamente por los sistemas tradicionales de vigilancia.

Mediante un enfoque de investigación-acción, se desarrollaron habilidades de diagnóstico, análisis y planificación orientadas a mejorar la eficiencia y efectividad de un proceso crítico dentro de la organización, integrando elementos tecnológicos como sensores corporales para el monitoreo de señales fisiológicas y herramientas cualitativas como los autorregistros de percepción corporal. La estructura del proyecto incluyó una revisión exhaustiva del contexto organizacional, el análisis del proceso intervenido y el diseño de una solución que busca convertir el cuerpo del trabajador en un indicador preventivo, fortaleciendo la vigilancia de la salud y la anticipación del riesgo, contribuyendo a la optimización del desempeño organizacional.

1.1.OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un sistema de monitoreo de sobrecarga física mediante sensores corporales y autorregistros de percepción corporal, integrando al Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) de SANHE GROUP S.A.S, con el fin de fortalecer la identificación temprana del riesgo biomecánico asociado a las actividades de manipulación, carga, descarga y traslado de llantas para vehículo automotriz.

1.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para cumplir con el objetivo general, se establecieron tres objetivos específicos:

1. Identificar los factores de riesgo biomecánico asociados a la sobrecarga física en las actividades de manipulación manual de cargas realizadas por los operarios de SANHE GROUP S.A.S, mediante la caracterización del proceso y análisis del contexto laboral.
2. Analizar las manifestaciones de sobrecarga física presentes en los trabajadores, a partir del uso de sensores corporales y autorregistros de percepción corporal, como insumo para vigilancia preventiva del riesgo.
3. Diseñar un plan de intervención preventiva integrado al SG-SST, que incorpore el sistema de monitoreo propuesto y establezca lineamientos operativos, responsables y recursos para su implementación.

1.3.METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolló mediante la metodología de investigación-acción, la cual facilitó un proceso participativo y sistemático de análisis e intervención, promoviendo la interacción constante entre el equipo investigador y la organización intervenida. Esta metodología permitió identificar el problema en su contexto real, formular propuesta de mejora y diseñar una solución ajustada a las condiciones operativas de SANHE GROUP.

La investigación-acción proporcionó un marco flexible que favoreció la adaptación progresiva de las estrategias planteadas, garantizando que la solución propuesta respondiera a las necesidades reales de la empresa y de los trabajadores. El desarrollo del proyecto se estructuró en tres etapas secuenciales, cada una de las cuales abordó un aspecto específico de la intervención. En la primera etapa, se identificó y analizó el problema organizacional, incluyendo una descripción detallada de la organización, su misión, visión y el proceso específico afectado. La segunda etapa se centró en la planificación de la solución,

estableciendo objetivos y actividades concretas para abordar el problema. En la tercera fase, se definieron aspectos operativos como el cronograma, el presupuesto y la asignación de roles.

1.3.1. Identificación y Análisis del Problema

En una fase inicial se llevó a cabo una evaluación detallada de la organización y del entorno en el que se ejecuta el proceso impactado (proceso de carga, descargue y movilización de llantas). Se registró el problema mediante identificación de sus causas principales, consecuencias y aspectos críticos que interfieren con el rendimiento del proceso. Este diagnóstico preliminar resultó fundamental para diseñar la propuesta de solución y garantizar que la intervención se ajustará de forma adecuada a las necesidades reales de la organización.

Se realizó un análisis exhaustivo de la organización y del contexto en el cual se desarrolla el proceso operativo, incluyendo:

- Observación directa de actividades físicas del personal en el establecimiento, enfocada en posturas, manipulación manual de cargas y repetitividad de movimientos.
- Entrevistas semiestructuradas a los trabajadores operativos, orientadas a identificar síntomas de fatiga, molestias musculares y percepción del esfuerzo durante la jornada laboral.
- Revisión documental de los procesos actuales del SG-SST, incluyendo evaluaciones de riesgo biomecánico, registros de ausentismo y reportes de condiciones inseguras.
- Análisis ergonómico preliminar, basado en criterios de carga física, frecuencia, duración y exigencia del trabajo.

Este diagnóstico permitió identificar la falta de mecanismo formales para el registro y análisis de señales fisiológicas tempranas, lo cual limita la capacidad preventiva del sistema de gestión y favorece una intervención tardía del riesgo.

1.3.2. Planificación de la Solución

En la segunda etapa, se diseñó un plan de acción orientado a mitigar el problema identificado, incorporando un sistema de monitoreo de señales fisiológicas mediante sensores corporales, complementado con autorregistros de percepción corporal diligenciados por los trabajadores. Esta estrategia busca integrar indicadores objetivos (frecuencia cardíaca, actividad muscular, niveles de esfuerzo) con indicadores subjetivos (sensación de fatiga, dolor o incomodidad), permitiendo una vigilancia más completa del riesgo biomecánico.

La planificación incluyó la definición de actividades, responsables, tiempos de ejecución y mecanismos de seguimientos, asegurando que la solución fuera técnicamente viable y operativamente aplicable dentro de SANHE GROUP.

1.3.2.1. Definición de Alcance y Recursos

La tercera etapa se enfocó en delimitar el alcance de la intervención, estableciendo que el sistema de monitoreo se aplicaría inicialmente al personal operativo involucrado en actividades de carga y movilización de llantas. También se orientó en delimitar el alcance de la intervención y los recursos necesarios. Donde se incluyó:

- Recursos tecnológicos: Sensores físicos, software de registro y análisis.
- Responsables: Equipo de prevención de riesgos y colaboradores clave.
- Cronograma de actividades: Implementación secuencial.
- Presupuesto estimado: Costos de adquisición y capacitación.

Se establecieron responsables para cada actividad, y se desarrolló un cronograma de ejecución para controlar el avance de la implementación. Del mismo modo, se implementó un presupuesto que detalla los costos asociados a cada fase, permitiendo optimizar la asignación de recursos. Esta fase aseguró que todas las variables críticas estuvieran alineadas para una ejecución sin interrupciones.

2. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN UN PROBLEMA AL INTERIOR DE LA ORGANIZACIÓN

En SANHE GROUP, se identificó un problema específico relacionado con la gestión del riesgo biomecánico en los procesos logísticos, particularmente en las actividades de carga, descargue y traslado manual de llantas. Estas tareas se desarrollan en un entorno que exige esfuerzos físicos repetitivos, manipulación manual de cargas y desplazamientos continuos, lo que incrementa la probabilidad de sobrecarga músculo-esquelética.

La ausencia de un sistema de monitoreo preventivo que permita identificar señales fisiológicas tempranas de fatiga y sobreesfuerzo limita la capacidad de la organización para intervenir oportunamente. Esta situación impacta negativamente el desempeño del proceso, aumenta el riesgo de lesiones laborales y puede afectar la continuidad operativa y el cumplimiento de los objetivos organizacionales.

2.1.DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA A INTERVENIR

Razón social: SANHE GROUP S.A.S.

SANHE GROUP S.A.S., constituida el 10-07-2025, es una empresa dedicada a la importación y comercialización de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores. Su operación se basa en procesos logísticos que involucran la recepción, almacenamiento, movilización interna y despacho de mercancía, actividades que son ejecutadas por un equipo de 17 trabajadores operativos, consta de 3 almacenes y 2 bodegas. Se encuentra ubicada en la Ciudad de Bogotá y su forma jurídica es Sociedad Por Acciones Simplificada y pertenece al sector económico con código CIU 4530. El tamaño de Sanhe Group S.a.s. corresponde a Microempresa.

2.1.1. Misión

SANHE GROUP S.A.S tiene como misión importar y comercializar accesorios para vehículo automotriz de alta calidad, garantizando el cumplimiento de los estándares técnicos, la satisfacción del cliente y trabajo seguras y saludables para sus colaboradores.

2.1.2. Visión

Para el año 2030, SANHE GROUP S.A.S busca consolidarse como una empresa líder en el mercado nacional de partes, piezas (autopartes) y accesorios (lujos) para vehículos automotores, reconocida por la eficiencia de sus procesos, la calidad de sus productos y su compromiso con la seguridad y salud en el trabajo.

2.1.3. Mapa de procesos

Imagen 1

Mapa de Proceso SANHE GROUP S.A.S



Nota. Elaboración propia

Como se observa en la imagen 1, el mapa de procesos de la empresa representa de manera integral, la articulación de las actividades estratégicas misionales y de apoyo que permite en el cumplimiento de los objetivos organizacionales. En primer lugar se identifican los procesos estratégicos, los cuales orientan la toma de decisiones y el direccionamiento de la empresa incluye en la planeación estratégica, así como las actividades de dirección y control necesarias para garantizar la sostenibilidad y competitividad del negocio. En el núcleo del mapa se ubican en los procesos misionarios directamente relacionados con la razón de ser de la organización que comprenden la importación, el almacenamiento, distribución y

comercialización de accesorios para vehículos automotores, actividades que generen valor y satisfacer las necesidades de los clientes, para finalmente encontrar los procesos de apoyo, los cuales respaldan en funcionamiento eficiente de la operación, mediante la gestión administrativa, gestión de talento humano, mantenimiento de la infraestructura y equipos, así como la implementación del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, asegurando condiciones laborales seguras y el cumplimiento de la normativa vigente.

2.1.4. Descripción del proceso a intervenir

La empresa Colombiana SANHE GROUP S.A.S. Está compuesta por 17 empleados, de los cuales 15 son operarios, desempeñando funciones en las áreas de almacén, distribución y despacho, en donde se lleva a cabo movilización de materiales para cargue, descargue y traslados entre bodegas. El personal operativo realiza sus funciones mediante movimientos repetitivos, levantamiento de cargas, empujes, giros y adopción de posturas forzadas y mantenidas. Estas actividades son realizadas en turnos rotativos lo que limita el tiempo de recuperación física, lo que promueve la acumulación de fatiga y conlleva a un aumento de la carga laboral de algunos operarios dependiendo de las temporadas de trabajo.

A través del análisis de la matriz FODA se evalúan factores tanto internos como externos que afectan a la organización, esta técnica proporciona un marco estratégico para identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas dentro de la empresa, facilitando así la toma de decisiones.

Tabla 1

Matriz FODA

DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN
Fortalezas	Experiencia en procesos de importación, almacenamiento y distribución. Operarios con conocimientos del proceso logístico y manejo de inventarios.

	Compromiso organizacional con la continuidad operativa y cumplimiento con los tiempos de despacho y entrega.
Debilidades	Jornadas prolongadas y turnos rotativos sin criterios ergonómicos definidos. Poco espacio de pausas activas y espacios de recuperación. Incremento de fatiga física y mental de los operarios. Ausencia de programas para la gestión de riesgos ergonómicos.
Oportunidades	Normatividad vigente en SST (Resolución 0312 de 2019) que impulsa mejoras organizacionales. Disponibilidad de metodologías ergonómicas y pausas activas de bajo costo. Posibilidad de mejorar la productividad mediante organización eficiente del trabajo. Apoyo de las ARL para programas preventivos y asesoría técnica, así como el acceso a capacitaciones externas en ergonomía, salud ocupacional y gestión del talento humano.
Amenazas	Aumento del riesgo de accidentes laborales asociados a la fatiga. Incremento del ausentismo y licencias médicas. Deterioro del clima laboral y desmotivación del personal operativo.

Nota. Elaboración propia

2.1.5. Descripción del problema que presenta el proceso

Los empleados de la empresa SANHE GROUP S.A.S. presentan actividades labores que implican un esfuerzo físico propio de su labor, ante la alta demanda de productividad y el

cumplir con los tiempos de despacho, se generan ritmos de trabajo elevados y reducción de pausas de recuperación. Como resultado, se desencadena: agotamiento físico, disminución de la resistencia músculo esquelético y aumento de pausas técnicas no programadas. La fatiga también genera errores operativos, como fallas en la ubicación de la mercancía, conteo del inventario, traslados y demás actos que afectan la eficiencia y confiabilidad del proceso logístico. Razón por la cual, se hace de suma importancia garantizar la seguridad y salud de los trabajadores en el marco de la jornada laboral, según lo indicado por la Resolución 0312 de 2019.

Siendo así, se identifican tres problemas en el interior de la organización:

1. Aumento de la fatiga laboral.
2. Alteraciones osteomusculares a corto o largo plazo de tipo ergonómico
3. Mayor probabilidad de cometer errores operativos.

El principal problema identificado es la falta de un sistema estructurado de vigilancia ergonómica y fisiológica, que permita detectar oportunamente signos de fatiga, sobrecarga muscular y disminución del rendimiento físico en los trabajadores. Esta carencia genera una gestión reactiva del riesgo biomecánico, aumentando la probabilidad de trastornos musculoesqueléticos y afectando la sostenibilidad del proceso operativo y del SG-SST.

3. ESTABLECIMIENTO DE PLANES DE ACCIÓN PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

El plan de acción tiene como finalidad operacionalizar la solución propuesta, garantizando su integración efectiva al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST) de SANHE GROUP S.A.S, su alineación con el problema identificado en medio del proceso operativo. En coherencia con el diagnóstico realizado y la normativa colombiana vigente en materia de SST, los objetivos del plan de acción, se orientan a fortalecer la gestión preventiva del riesgo biomecánico asociado a la sobrecarga física.

3.1. ESTABLECIMIENTO DE OBJETIVOS

Los objetivos trazados buscan fortalecer la gestión del riesgo dentro del SG-SST mediante un enfoque preventivo partiendo de la identificación temprana de la sobrecarga física. A través del uso de herramientas tecnológicas y autorregistros, se pretende generar información confiable que permita anticipar la fatiga y orientar acciones oportunas.

Estos objetivos se alinean con los principios de prevención, mejora continua y cumplimiento de la normatividad vigente en seguridad y salud en el trabajo.

- Identificar los niveles de sobrecarga física a los que están expuestos los trabajadores durante el desarrollo de sus actividades operativas, mediante el uso de sensores corporales y herramientas de autorregistro del esfuerzo percibido.
- Caracterizar los movimientos repetitivos, posturas sostenidas y esfuerzos físicos asociados a los procesos operativos, a partir del análisis de la información recolectada por el sistema de monitoreo.
- Anticipar la aparición de estados de fatiga física y vulnerabilidad funcional, permitiendo la adopción oportuna de medidas preventivas y correctivas antes del desarrollo de lesiones musculoesqueléticas.
- Diseñar e implementar acciones de intervención ergonómica y organizacional (pausas activas, rotación de tareas, ajustes posturales y rediseño de procesos) basadas en los resultados del sistema de monitoreo.

- Evaluar la efectividad del sistema de monitoreo en la reducción del riesgo biomecánico y en la mejora de las condiciones de salud y seguridad de los trabajadores.
- Asegurar el cumplimiento de la normatividad vigente en seguridad y salud en el trabajo, en especial lo establecido en el Decreto 1072 de 2015, la Resolución 0312 de 2019 y la Resolución 1356 de 2012.

3.2.DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La solución propuesta consiste en el diseño e implementación de un sistema de monitoreo de sobrecarga física basado en el uso de sensores corporales, complementado con autorregistros de percepción corporal, integrado al SG-SST de la empresa. Este sistema permitirá recopilar información temprana relacionada con la carga física a la que están expuestos los trabajadores durante las actividades operativas, tales como esfuerzo percibido, movimientos repetitivos y posturas sostenidas.

Esta propuesta aborda directamente las causas raíz del problema identificado, particularmente la ausencia de mecanismo preventivos que permitan anticipar estados de fatiga y vulnerabilidad funcional antes de la aparición de lesiones musculoesqueléticas. Al incorporar el monitoreo de la sobrecarga física como herramienta de vigilancia preventiva, el SG-SST fortalece su capacidad de anticipación del riesgo, mejora la gestión del riesgo biomecánico y facilita la implementación de medidas correctivas oportunas, en concordancia con los principios de prevención, mejora continua y protección integral del trabajador establecidos en la normativa vigente.

Esta propuesta se fundamenta en los principios establecidos en el decreto 1072 del 2015, la resolución 0312 de 2019, que sigue la identificación, evaluación y control de los peligros, así como la implementación de acciones preventivas orientadas a la mejora continua. Asimismo se alinea con la resolución 1356 de 2012, la cual establece medidas para la prevención del riesgo biomecánico, derivado de la manipulación manual de cargas.

3.3.SECUENCIA DE ACTIVIDADES PARA EJECUCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La secuencia de actividades necesarias para la implementación del sistema de monitoreo de sobrecarga física permite asegurar la trazabilidad del proceso y la adecuada asignación de

recursos. Asimismo, permite detectar de manera temprana desviaciones en el proceso y la aplicación de acciones de mejora.

Tabla 2.

Actividades para la ejecución de la solución

N.º	Actividad	Descripción
1	Socialización y aprobación	Presentación del sistema de monitoreo precoz de la sobrecarga física como herramienta predictiva para la gestión del riesgo laboral en SANHE S.A.S a la alta dirección y COPASST para su aprobación y compromiso institucional con la implementación del proyecto.
2	Conformación del equipo de trabajo	Conformación de equipo interdisciplinario con responsabilidades definidas y orientadas en el SG-SST, quienes tendrán a cargo la planificación, coordinación, ejecución y evaluación de las actividades relacionadas con el funcionamiento del sistema de monitoreo, garantizando el cumplimiento de los objetivos establecidos y la mejora continua del proceso.
3	Identificación de puestos críticos	El análisis permitirá reconocer los cargos y tareas que presentan mayor exposición al riesgo biomecánico, derivados principalmente de la manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas y esfuerzos físicos sostenidos. Se realizará a partir de la observación directa de las actividades operativas, la revisión de los perfiles ocupacionales y la caracterización de los procesos productivos del área de Almacén y Distribución.
4	Adquisición de recursos tecnológicos	La adquisición de recursos contempla la compra, recepción y verificación de sensores corporales, así como de las herramientas informáticas requeridas para la captura, almacenamiento y análisis de la información. Se priorizará la selección de dispositivos compatibles con las condiciones reales del entorno

		laboral y con las actividades operativas desarrolladas por los trabajadores.
5	Diseño de instrumentos de autorregistro	En esta etapa se realizará la elaboración y validación de los formatos de percepción de esfuerzo y fatiga, encaminados a complementar la información objetiva obtenida mediante los sensores corporales. Los instrumentos de autorregistro permitirán recoger la percepción subjetiva de los operarios respecto a su nivel de esfuerzo físico, cansancio muscular y molestias asociadas al desarrollo de sus actividades diarias. Se tendrán en cuenta criterios de claridad, sencillez y facilidad de diligenciamiento, con el objetivo de garantizar una adecuada comprensión y una alta adherencia por parte de los operarios.
6	Capacitación del personal	Este paso se llevará a cabo mediante jornadas de capacitación dirigidas a los trabajadores, supervisores y responsables del SG-SST, encaminadas al adecuado uso de los sensores corporales y al diligenciamiento correcto de los instrumentos de autorregistro. Se tratarán conceptos básicos relacionados con la identificación de la sobrecarga física, la percepción del esfuerzo y la fatiga, así como la importancia de su reporte oportuno. así mismo, el manejo, cuidado y correcto posicionamiento de los sensores, garantizando la calidad y confiabilidad de la información recolectada. Así mismo, se reforzarán conocimientos en prevención del riesgo biomecánico, promoviendo posturas adecuadas, técnicas seguras de manipulación de cargas y pausas activas. Las capacitaciones se desarrollarán mediante metodologías participativas y prácticas.
7	Implementación del monitoreo	Este periodo hace referencia a la instalación y uso operativo de los sensores corporales, así como la aplicación sistemática de los instrumentos de autorregistro de percepción de esfuerzo y fatiga.

		El monitoreo se llevará a cabo durante jornadas representativas de trabajo, permitiendo recopilar información objetiva y subjetiva sobre los movimientos, posturas, esfuerzos físicos y tiempos de exposición. La etapa incluirá el seguimiento continuo para identificar posibles dificultades técnicas u operativas y realizar los ajustes necesarios de manera oportuna.
8	Recolección y análisis de información	Se realizará la consolidación de los datos obtenidos a través de los sensores corporales y los instrumentos de autorregistro, garantizando la integridad, trazabilidad y confiabilidad de la información. Los datos obtenidos permitirán identificar niveles de sobrecarga física, presencia de fatiga muscular y patrones asociados a movimientos repetitivos, posturas sostenidas y esfuerzos físicos. El análisis de la información se realizará mediante herramientas informáticas y criterios técnicos previamente definidos, facilitando la interpretación de los resultados.
9	Diseño e implementación de intervenciones	Esta fase se orienta a la aplicación de medidas preventivas y correctivas, basadas en el análisis de la información recolectada y en las necesidades específicas de los puestos de trabajo priorizados. Entre las intervenciones contempladas estarán: las pausas activas programadas, orientadas a la recuperación muscular, la disminución de la fatiga y la prevención de lesiones musculoesqueléticas, la rotación de tareas, con el fin de reducir la exposición prolongada a movimientos repetitivos y posturas forzadas y los ajustes ergonómicos en los puestos de trabajo, incluyendo modificaciones en la altura de superficies, disposición de herramientas y mejora de las condiciones del entorno laboral.

10	Seguimiento y evaluación	Esta etapa permitirá valorar el impacto del sistema en la identificación temprana del riesgo biomecánico y en la reducción de la sobrecarga física y la fatiga laboral, mediante indicadores de desempeño relacionados con la disminución de molestias musculoesqueléticas, reducción del ausentismo laboral y mejora en las condiciones de trabajo. El análisis comparativo de los datos obtenidos antes y después de la implementación permitirá evaluar la efectividad de las medidas adoptadas. Los resultados obtenidos serán socializados con la Alta Dirección y el COPASST, facilitando la toma de decisiones y el fortalecimiento del compromiso institucional, así mismo, basándose en los hallazgos, se formularán acciones de mejora continua.
11	Retroalimentación y mejora continua	Se valorará el impacto del sistema en la identificación temprana del riesgo biomecánico y en la reducción de la sobrecarga física y la fatiga laboral. Mediante el análisis comparativo de los datos obtenidos antes y después de la implementación permitirá evaluar la efectividad de las medidas adoptadas. Con base en los hallazgos, se formularán acciones de mejora continua y ajustes al sistema de monitoreo y a las intervenciones ergonómicas.
12	Documentación y reporte	Se documentará el registro sistemático de las actividades desarrolladas, los resultados obtenidos y las acciones implementadas, en coherencia con los lineamientos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Así mismo, se registrarán los indicadores de seguimiento, evaluaciones de efectividad y acciones de mejora continua derivadas del proyecto.

		La información será consignada en formatos, informes y actas oficiales del SG-SST, garantizando su disponibilidad para auditorías internas y externas.
--	--	--

Nota. Elaboración propia

3.4. DESCRIPCIÓN DE RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DE LA SOLUCIÓN

Para la ejecución efectiva del plan de acción, se requiere la disposición de recursos humanos, tecnológicos, materiales y financieros. En cuanto a los recursos humanos, se contempla la participación del responsable del SG-SST, la dirección de la empresa y los trabajadores del área operativa, quienes actúan como usuarios directos del sistema de monitoreo.

Los recursos tecnológicos incluyen la adquisición de sensores corporales adecuados para la medición de variables relacionadas con la sobrecarga física, así como herramientas informativas básicas para el registro, almacenamiento y análisis de la información recolectada. Como recursos materiales, se consideran los formatos de autor, registro, equipos de protección personal y espacios adecuados para la capacitación y seguimiento del proceso.

Finalmente, los recursos financieros estarán destinados a la adquisición de los dispositivos tecnológicos, la realización de actividades de capacitación y el seguimiento del sistema, la adecuada asignación y gestión de estos recursos permitirá una implementación eficiente y sostenible del plan de acción, contribuyendo al fortalecimiento del sistema y a la protección de la salud de los trabajadores.

4. DEFINICIÓN DEL ALCANCE DE LA SOLUCIÓN, PARTES INTERESADAS, CRONOGRAMA Y PRESUPUESTOS

4.1. ALCANCE FINAL DE LA SOLUCIÓN

El alcance de la solución comprende el diseño, implementación, piloto y evaluación de un sistema de monitoreo precoz de sobrecarga física, aplicado, específicamente al proceso operativo de carga, descarga y traslado manual de llantas en la empresa SANHE GROUP.

Esa intervención se marca dentro del componente de vigilancia epidemiológica del riesgo biomecánico del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, en coherencia con lo establecido en el decreto 1072 de 2015, que obliga a las organizaciones, identificar, evaluar y controlar los riesgos laborales bajo el principio de mejora continua.

Dentro de los objetivos específicos para el alcance, se encuentran:

- Implementar un sistema piloto funcional de monitoreo fisiológico en el 100% del personal operativo
- Establecer parámetros de alerta temprana de sobrecarga
- Reducir en al menos 30%, la tasa de incidencia de TME en 12 meses
- Integrar, los datos generados al programa de vigilancia epidemiológica de riesgo Biomecánico

El proyecto tendrá una cobertura inicial de 17 trabajadores operativos y una duración estimada de nueve meses para su fase piloto. Durante este periodo se desarrollará la parametrización de alertas fisiológicas de integración de los datos al SG-SST, y la evaluación de efectividad mediante indicadores de seguimiento.

La solución no pretende sustituir el proceso productivo, ni automatizar la manipulación de cargas, sino fortalecer el enfoque preventivo mediante la incorporación de indicadores fisiológicos, objetivos como la frecuencia cardíaca, variabilidad, nivel de fatiga, muscular, superficial, entre otros, que serán complementados, con escalas objetivas, de percepción de esfuerzo. De esta manera, el cuerpo del trabajador se convierte en un indicador temprano de riesgo. Permiten participar condiciones de sobrecarga antes de que se consolida una lesión músculo esquelético.

Los resultados esperados incluyen la reducción proyectada de reportes de fatiga intensa, mejora en la toma de decisiones preventivas, fortalecimiento de la autocuidado y la generación de información objetiva para la gestión del riesgo biomecánico. Este alcance se articula con la obligación de vigilancia de salud, contemplada en la resolución 2346 de 2007, que regula las evaluaciones médicas, ocupacionales y el seguimiento a las condiciones de salud de los trabajadores expuestos a factores de riesgo.

4.2. IDENTIFICACIÓN DE RESPONSABLES DE LAS ACTIVIDADES PARA EJECUCIÓN

La implementación del sistema de monitoreo requiere una articulación estructurada de actores internos y externos, garantizando claridad en roles, responsabilidades y líneas de autoridad conforme a los estándares mínimos definidos en la resolución 0312 de 2019.

Tabla 3.

Responsables por actividad

Actividad	Responsable Principal	Apoyo
Diagnóstico ergonómico inicial	Especialista SST (Fisioterapeuta - Enfermera)	Responsables SG-SST
Selección de dispositivos	Responsable SG-SST	Proveedor tecnológico
Capacitación	Especialista SST	ARL
Implementación piloto	Responsable SG-SST	Gerencia
Seguimiento de indicadores	Especialista SST	Comité COPASST
Evaluación final	Gerencia	Especialista SST

Nota. Elaboración propia

Cómo se muestra en la tabla tres, la gerencia general actúa como parte estratégica responsable de aprobar el presupuesto, respaldar institucionalmente la intervención y garantizar la asignación de recursos financieros. Su liderazgo resulta fundamental para consolidar la cultura preventiva y asegurar la sostenibilidad del sistema.

Es responsable del SG-SST tendrá la función de coordinar, técnicamente el proyecto, supervisar la implementación articular. La información recolectada con el sistema

documental y reportar resultados al COPASST y a la alta dirección. Desde el enfoque interdisciplinario el especialista de seguridad salió en el trabajo que en este caso está conformado por personal de enfermería y fisioterapia, liderará el análisis, biomecánico la interpretación de datos fisiológicos y la formulación de recomendaciones preventivas, fortaleciendo la gestión del riesgo desde una perspectiva clínica y funcional.

Los trabajadores del área operativa constituyen el eje central del proyecto, no solo como sujetos de monitoreo, sino como participantes activos. En el proceso de autor, registro y retroalimentación. su participación, favorece la apropiación del sistema y el fortalecimiento del autocuidado.

Asimismo, la administradora de recursos laborales (ARL) participará como ente asesor técnico en riesgos biomecánicos en qué concordancia con las obligaciones definidas en la ley 1562 de 2012. Finalmente, el creador tecnológico será responsable de la configuración, mantenimiento y soporte de los dispositivos de monitoreo.

Estructura organizacional, al garantizar una ejecución coordinada, técnicamente sustentada y alineada con el marco normativo vigente.

4.3. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

El cronograma se proyecta a nueve meses, distribuidos en etapas de planeación, preparación técnica, implementación piloto, análisis de resultados, intervención ergonómica y evaluación final. Esta estructura garantiza una ejecución ordenada y coherente con los objetivos del SG-SST y la normativa vigente.

Durante los primeros meses se desarrollan actividades estratégicas como la aprobación institucional, conformación del equipo de trabajo y adquisición de recursos tecnológicos. Posteriormente, se ejecuta la fase del monitoreo, acompañada del análisis de datos y diseño de intervenciones preventivas.

Finalmente, el cronograma contempla el seguimiento, evaluación de indicadores y documentación del proceso, asegurando la mejora continua y la sostenibilidad del sistema dentro de la empresa SANHE GROUP.

Tabla 4.

Cronograma de actividades

ACTIVIDAD	MES								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Socialización y aprobación	X								
Conformación del equipo de trabajo.	X								
Identificación de puestos críticos.	X	X							
Adquisición de recursos tecnológicos		X	X						
Aplicación de sensores y equipos de software		X							
Diseño de instrumentos de autorregistro		X							
Capacitación al personal			X						
Implementación monitoreo			X	X	X	X			
Recolección y análisis de información				X	X	X			
Diseño e implementación de intervenciones					X	X			
Seguimiento y evaluación						X	X		

Retroalimentación y mejora continua							X		
Documentación y reporte.								X	X

Nota. Elaboración Propia

4.4.PRESUPUESTO

La estimación presupuestal se lleva a cabo en relación a los recursos tecnológicos, humanos, materiales y logísticos requeridos para el diseño, implementación y evaluación del sistema de monitoreo.

Dentro de los rubros principales se incluyen la adquisición de sensores corporales, software de análisis, asesoría técnica especializada, jornadas de capacitación y actividades de seguimiento y evaluación. Asimismo, se contempla un porcentaje destinado a imprevistos, con el fin de prevenir afectaciones en la ejecución ante posibles ajustes operativos por un total estimado del proyecto \$28.825.000 pesos moneda corriente.

Tabla 5.

Presupuesto

Rubro	Cantidad	Valor Unitario	Subtotal
Sensores corporales	17	\$1.105.000	\$18.785.000
Software básico de análisis	1	\$1.950.000	\$1.950.000
Diseño e impresión formatos autorregistro	100	\$ 2.500	\$250.000
Capacitación especializada SST (externa).	2 Jornadas	\$500.000	\$1.000.000

Asesoría técnica fisioterapia ergonómica	20 horas	\$120.000	\$2.400.000
Material didáctico y logística	1	\$500.000	\$500.000
Mantenimiento y soporte técnico	1	\$1.000.000	\$1.000.000
Evaluación médica ocupacional comparativa	17	\$120.000	\$2.040.000
Gastos extras	0	0	\$800.000
Total estimado			28.725.000

Nota. Elaboración Propia

Teniendo en cuenta la tabla 5, la inversión se sustenta en el principio de prevención primaria. Según los modelos de costo beneficio en SST (OIT, 2019), cada peso invertido en prevención, reduce costos, indirectos por incapacidades, rotación, reemplazos y disminución de productividad.

Si se considera un costo promedio de 8 millones de pesos por incapacidad, asociada a trastornos músculo esqueléticos y se logra prevenir al menos tres casos anuales. El ahorro estimado sería de:

- Ahorro anual proyectado: \$24.000.000 COP
- Proyecto a dos años: \$48.000.000 COP

Bajo esta escenario, la inversión inicial de \$28.725.000 COP se recuperaría progresivamente en un mediano plazo, haciendo financieramente viable el programa, además de garantizar el cumplimiento de las obligaciones legales en materia de prevención del riesgo laboral, conforme la ley 1562 de 2012, y el decreto 1072 de 2015.

En consecuencia, la financiación no constituye un gasto operativo, sino una inversión estratégica, orientada a la prevención primaria. La protección de la salud de los trabajadores y la sostenibilidad organizacional.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. (2019). *Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo: prevalencia y costos en la Unión Europea*. <https://osha.europa.eu/es/publications/work-related-musculoskeletal-disorders-prevalence-costs-and-demographics-eu>

Alvis-Gómez, K. M., & Alvis-Zakzuk, N. J. (2020). Sobrecarga física y su impacto en la salud de los trabajadores: Revisión sistemática. *Revista Universidad y Salud*, 22(1), 17–26. <https://doi.org/10.22267/rus.202201.171>

Buitrago García, L. F., & Ramírez Rojas, J. A. (2019). Factores de riesgo de carga física en trabajadores de minas de carbón en el valle de Ubaté. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 9(2), 1–9. <https://doi.org/10.18041/2322-634X/rcso.2.2019.5860>

Congreso de la República de Colombia. (2012). *Ley 1562 de 2012 por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Diario Oficial No. 48.488.

Cortés Díaz, J. M. (2018). *Seguridad e higiene del trabajo* (12.ª ed.). Editorial Tébar.

González-Galarzo, M. C., García, A. M., Gadea Merino, R., Martínez Martínez, J. M., & Velarde Collado, J. M. (2013). Exposición a carga física en el trabajo por ocupación: Una explotación de los datos en matriz empleo-exposición española (MatEmESp). *Revista Española de Salud Pública*, 87(6), 601–614.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2011). *NTC 4116: Ergonomía. Manipulación manual de cargas*. ICONTEC.

Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2019). *Ergonomía y trastornos musculoesqueléticos de origen laboral*. INSST.

Martínez Cáceres, K. L., & Candela Horta, L. T. (2023). *Evaluación de carga física asociada a la fatiga laboral en funcionarios de una institución en salud* [Trabajo de grado, Universidad Cooperativa de Colombia].

Menéndez, C. C., & Fernández, M. E. (2016). Carga física y trastornos musculoesqueléticos en trabajadores del sector salud. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 17(3), 65–73.

Ministerio de la Protección Social. (2012). *Resolución 1356 de 2012 por la cual se establecen medidas para la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo permanente de la exposición a factores de riesgo biomecánico*. Diario Oficial No. 48.481.

Ministerio del Trabajo. (2015). *Decreto 1072 de 2015 por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*. Diario Oficial No. 49.523.

Ministerio del Trabajo. (2019). *Resolución 0312 de 2019 por la cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo*. Diario Oficial No. 50.872.

Organización Internacional del Trabajo. (2013). *La prevención de los trastornos musculoesqueléticos en el lugar de trabajo*. OIT.

Organización Internacional del Trabajo. (2019). *Seguridad y salud en el trabajo: Principios fundamentales y directrices para una gestión eficaz*. Oficina Internacional del Trabajo.

Organización Mundial de la Salud. (2010). *Entornos laborales saludables: Fundamentos y modelo de la OMS*. OMS.

Punnett, L., & Wegman, D. H. (2004). Work-related musculoskeletal disorders: The epidemiologic evidence and the debate. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14(1), 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>

Segovia-García, N., & Said-Hung, E. M. (2021). Factores de satisfacción de los alumnos en e-learning en Colombia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 26(89), 595–621.

6. ANEXOS

6.1. PROPUESTA INNOVADORA

Modelo Predictivo Inteligente de Gestión de Sobrecarga Física (MPIG-SF)

6.1.1. Fundamentación conceptual y estratégica

Dentro de la evolución del sistema de monitoreo precoz diseñado en el presente proyecto, se propone la implementación del modelo predictivo, inteligente de gestión de sobrecarga física, una herramienta tecnológica y analítica, que integra datos fisiológicos, percepción subjetiva de fatiga y análisis proyectivo de tendencias para anticipar la ocurrencia de trastornos músculo esqueléticos.

Esta propuesta responde a la necesidad identificada en la empresa SANHE GROUP S.A.S. de transitar desde un enfoque reactivo si un modelo preventivo- predictivo, en coherencia con

los principios de la mejora continua establecidos en el decreto 1072 de 2015, y los estándares mínimos definidos en la resolución 0312 de 2019.

Desde el enfoque epidemiológico, la propuesta se sustenta en la evidencia científica, que reconoce la carga física, acumulativa como predictor de trastorno musculoesqueléticos (Punnett & Wegman, 2004; Alvis-Gómez & Alvis-Zakzuk, 2020), lo que justifica la implementación de mecanismos de detección temprana lo que justifica la implementación de mecanismos de detección temprana.

6.1.2. Componente innovador diferencial

El MPIG-SF incorpora tres niveles de innovación:

- Nivel tecnológico
 - Sensores corporales wearables
 - Captura automatizada de datos fisiológicos
 - Plataforma digital de análisis

- Nivel analítico

Desarrollo de un índice predictivo de sobrecarga física (IPSF):

$$\text{IPSF} = \frac{(\text{FC laboral} - \text{FC reposo}) + \text{Fatiga percibida}}{\text{Tiempo de Exposición (hrs)}}$$

Según la fórmula se establecerán parámetros personalizados por trabajador, teniendo en cuenta la fórmula anteriormente mencionada, donde se aborda la frecuencia cardiaca promedio laboral, la variabilidad cardíaca general, el tiempo acumulado, esfuerzo continuo y el nivel de fatiga percibida, teniendo en cuenta la escala de Borg modificada.

Este indicador permitirá clasificar el riesgo en:

- Bajo : 
- Moderado: 
- Alto: 
- Crítico: 

Al sistema generar la semaforización por medio de la instalación de un panel visual en bodega, mostrando el estado general del equipo operativo, permitirá conciencia colectiva, cultura preventiva y toma de decisiones inmediata por parte de los supervisores.

- Nivel organizacional

Se logrará una activación automática de pausas preventivas, una rotación dinámica en las tareas, teniendo en cuenta los datos arrojados en la aplicación de la fórmula, así como la implementación del panel visual en bodega y un Dashboard gerencial mensual.

6.1.3. Modelo conceptual del sistema

El modelo opera bajo cuatro fases cíclicas:

1. Captura de datos (sensores + autoregistro)
2. Procesamiento y análisis predictivo
3. Generación de alertas tempranas
4. Intervención preventiva inmediata

Este esquema fortalece el programa de vigilancia epidemiológica de riesgo, Biomecánica, alineado con la ley 1562 de 2012.

6.1.4 Indicadores de impacto proyectado

Tabla 6.

Indicadores

Indicador	Fórmula	Meta
Tasa de incidencia TME	$(\text{Casos nuevos} / \text{total trabajadores}) \times 100$	30% en 12 meses
Índice de fatiga crítica	$(\text{Alertas rojas} / \text{total monitoreos}) \times 100$	40%
Ausentismo por TME	$(\text{Días de incapacidad} / \text{días laborales}) \times 100$	25%

Nota. Elaboración propia

6.1.5 Impacto estratégico

- Impacto en salud

La implementación del Modelo Predictivo Inteligente de Gestión de Sobrecarga Física (MPIG-SF) genera un impacto directo y significativo en la protección, vigilancia de la salud de los trabajadores, al permitir la identificación temprana de signos fisiológicos asociados a fatiga, sobreesfuerzo muscular y acumulación de carga física antes de que estos evolucionen hacia trastornos musculoesqueléticos (TME).

Desde el enfoque epidemiológico, el sistema fortalece el programa de vigilancia del riesgo biomecánico, alineado con la Ley 1562 de 2012, el Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, promoviendo la prevención primaria, la mejora continua y la intervención oportuna sobre los factores de riesgo.

Los principales impactos proyectados en salud incluyen:

- La reducción progresiva de la incidencia de trastornos musculoesqueléticos, especialmente aquellos relacionados con la manipulación manual de cargas y posturas forzadas.
- Disminución significativa de episodios de fatiga crónica durante la jornada laboral, evitando estados de agotamiento que incrementan la probabilidad de lesión y errores operativos.
- Identificación personalizada de umbrales fisiológicos de riesgo, reconociendo que cada trabajador posee capacidades funcionales distintas y, por tanto, requiere parámetros ajustados a su condición física.
- La percepción de bienestar físico y la sensación de seguridad durante el desarrollo de las actividades operativas, al contar con mecanismos de monitoreo continuo que respaldan la intervención preventiva.
- El fortalecimiento del autocuidado y de la conciencia corporal constituye otro impacto relevante, ya que los trabajadores participan activamente en el registro de su percepción de esfuerzo, promoviendo la corresponsabilidad en la gestión de su salud.

Adicionalmente, la información recolectada contribuye al diseño de intervenciones ergonómicas más precisas, como rotación de tareas, pausas activas programadas y ajustes en la organización del trabajo, reduciendo la exposición acumulativa a cargas excesivas. Este modelo también favorece la detección temprana de tendencias colectivas de sobrecarga en determinados periodos productivos, permitiendo implementar medidas correctivas antes de que se materialicen incapacidades médicas.

- Impacto organizacional

La ejecución del Modelo Predictivo Inteligente de Gestión de Sobrecarga Física (MPIG-SF) transforma la gestión del riesgo laboral al pasar de un enfoque reactivo, centrado en la atención del daño, a un modelo predictivo basado en analítica de datos y monitoreo fisiológico continuo. Esto permite identificar de manera temprana signos de fatiga y sobrecarga antes de que evolucionen a trastornos musculoesqueléticos (TME).

El modelo fortalece la vigilancia epidemiológica del riesgo biomecánico al generar indicadores dinámicos y trazabilidad histórica, facilitando la identificación de áreas críticas y perfiles ocupacionales vulnerables. Uno de sus impactos más relevantes es la disminución del ausentismo laboral por causas osteomusculares, gracias a intervenciones oportunas sobre factores de sobre esfuerzo.

Asimismo, reduce costos asociados a incapacidades médicas, rehabilitación y reemplazos temporales, optimizando la asignación de recursos hacia la prevención primaria. La productividad operativa mejora al disminuir interrupciones en los procesos y mantener condiciones funcionales adecuadas en los trabajadores.

En el marco del SG-SST, el modelo fortalece la mejora continua, la trazabilidad del riesgo y el cumplimiento normativo. Finalmente, el MPIG-SF convierte el riesgo biomecánico en un indicador gestionable y estratégico, contribuyendo a la sostenibilidad financiera, operativa y reputacional de la organización a largo plazo.

- Impacto cultural

La adopción del Modelo Predictivo Inteligente de Gestión de Sobrecarga Física (MPIG-SF) en SANHE GROUP S.A.S. trasciende lo técnico y transforma la cultura organizacional. Impulsa un cambio de paradigma: de una cultura reactiva, enfocada en atender lesiones instauradas, a una cultura preventiva y predictiva basada en datos objetivos.

La seguridad y salud en el trabajo dejan de verse como obligación normativa y se convierten en un valor compartido. El uso de sensores y autorregistros promueve la corresponsabilidad y el autocuidado, fortaleciendo la identificación temprana de la fatiga.

El sistema favorece el reporte oportuno y reduce el subregistro de molestias musculares, legitimando el cuidado como parte del desempeño laboral. Se supera la idea de que “resistir el dolor” es sinónimo de productividad.

Asimismo, fortalece el liderazgo preventivo, orientando decisiones gerenciales con base en información fisiológica objetiva y no solo en metas productivas. Esto consolida una dirección más humana y sostenible.

El proyecto mejora el clima organizacional al evidenciar compromiso con la salud del trabajador y fortalece la cultura de mejora continua en el SG-SST. En consecuencia, integra bienestar y productividad como variables interdependientes, consolidando una organización más consciente, preventiva y socialmente responsable.

6.1.6 Escalabilidad y proyección futura

El Modelo Predictivo Inteligente de Gestión de Sobrecarga Física (MPIG-SF) posee una estructura técnica y metodológica que permite su escalabilidad progresiva dentro y fuera de SANHE GROUP S.A.S. Inicialmente concebido para el proceso logístico de carga y descarga, el sistema puede extenderse a otras áreas operativas que impliquen exposición a riesgo biomecánico.

Su diseño modular facilita la adaptación a diferentes niveles organizacionales, permitiendo ampliar el número de trabajadores monitoreados sin modificar la arquitectura central del sistema. La incorporación de plataformas digitales de análisis posibilita integrar mayores volúmenes de datos y fortalecer la capacidad predictiva mediante análisis comparativos históricos.

A mediano plazo, el modelo podría integrarse con sistemas de inteligencia artificial que optimicen la construcción del Índice Predictivo de Sobrecarga Física (IPSF), generando alertas automatizadas más precisas y personalizadas. Esta evolución permitiría consolidar un sistema de vigilancia epidemiológica digital con enfoque analítico avanzado.

Desde el punto de vista sectorial, el MPIG-SF puede replicarse en empresas del sector logístico, transporte, construcción, minería y manufactura, donde la manipulación manual de cargas representa un riesgo prevalente. Su aplicación no depende exclusivamente del tamaño empresarial, lo que lo convierte en una herramienta viable tanto para microempresas como para organizaciones de mayor complejidad.

En el contexto colombiano, el modelo se alinea con el Decreto 1072 de 2015 y la Resolución 0312 de 2019, lo que facilita su adopción como buena práctica en el cumplimiento de estándares mínimos del SG-SST.

A largo plazo, la proyección futura contempla la integración con evaluaciones médicas ocupacionales periódicas, consolidando un sistema híbrido entre vigilancia clínica y

monitoreo en tiempo real. Esto permitiría generar perfiles funcionales individualizados y estrategias de intervención diferenciadas.

La sostenibilidad financiera del modelo también favorece su escalabilidad, dado que la inversión inicial puede recuperarse mediante la reducción del ausentismo y los costos asociados a trastornos musculoesqueléticos.

En perspectiva estratégica, el MPIG-SF posiciona a la empresa como referente en innovación preventiva, abriendo la posibilidad de certificaciones, reconocimiento sectorial y fortalecimiento de la reputación corporativa. La escalabilidad del modelo no solo es técnica y operativa, sino también estratégica, proyectándose como una solución replicable, adaptable y sostenible en el tiempo.

6.1.7 Valor agregado del trabajo de grado

El presente trabajo de grado aporta un valor diferencial significativo al integrar conocimientos de gerencia, seguridad y salud en el trabajo, ergonomía y análisis predictivo en una propuesta aplicada y contextualizada a una empresa real. No se limita a un diagnóstico teórico, sino que diseña una solución estructurada, viable y alineada con la normativa colombiana vigente.

El principal valor agregado radica en la transición conceptual de un enfoque reactivo hacia un modelo predictivo de gestión del riesgo biomecánico. Esta propuesta supera los esquemas tradicionales de inspección periódica y plantea la incorporación de indicadores fisiológicos como herramienta estratégica de toma de decisiones.

La creación del Índice Predictivo de Sobrecarga Física (IPSF) constituye un aporte metodológico innovador, al integrar variables objetivas y subjetivas en una fórmula aplicable al contexto organizacional. Este indicador permite cuantificar la fatiga y convertirla en información gestionable dentro del SG-SST.

Asimismo, el trabajo fortalece la articulación entre la vigilancia epidemiológica y la gestión administrativa, demostrando que la prevención puede medirse en términos de impacto financiero y sostenibilidad organizacional. La proyección de ahorro por reducción de TME evidencia que la seguridad no es un gasto, sino una inversión estratégica.

Desde el ámbito académico, el proyecto aporta evidencia aplicada sobre la implementación de tecnologías wearables en contextos laborales colombianos, contribuyendo al desarrollo de nuevas líneas de investigación en monitoreo ocupacional. También genera un modelo replicable que puede ser adaptado por otras empresas del sector logístico, ampliando su alcance más allá de la organización intervenida.

El trabajo integra la participación activa de los trabajadores, fortaleciendo el enfoque humano y ético en la gestión del riesgo. Esto demuestra coherencia entre teoría, normativa y práctica organizacional.

En términos profesionales, consolida competencias en análisis estratégico, planificación, evaluación financiera y liderazgo en SST, evidenciando la capacidad de diseñar soluciones innovadoras con impacto real. El valor agregado del trabajo de grado radica en su carácter innovador, aplicabilidad práctica, sostenibilidad financiera y aporte metodológico a la gestión predictiva del riesgo laboral en Colombia.