UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

TEMA:
"ANÁLISIS DE ERGONOMÍA FÍSICA POR BIOMETRÍA POSTURAL EN LOS TRABAJADORES DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA"

AUTOR: Álvarez Andrango Bryan Joel

DIRECTOR: Ing. Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza MSc

Ibarra-Ecuador

2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Álvarez Andrango Bryan Joel

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	"Análisis de Ergonomía Física por Biometría Postural en los Trabajadores de una Empresa Constructora"
AUTOR (ES):	Álvarez Andrango Bryan Joel
FECHA: DD/MM/AAAA	04/09/2026
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	■ **PREGRADO** ❑ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Industrial
DIRECTOR	Ing. Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza, MSc

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 04 días del mes de septiembre de 2026

EL AUTOR:



……

Nombre: Álvarez Andrango Bryan Joel

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 04 de septiembre de 2026

Ing. Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza, MSc
DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:

Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.



……
Ing. Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza, MSc
C.C.: 1003013396

APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular "ANÁLISIS DE ERGONOMÍA FÍSICA POR BIOMETRÍA POSTURAL EN LOS TRABAJADORES DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA" elaborado por Álvarez Andrango Bryan Joel, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



…….
Ing. Jenyffer Alexandra Yépez Chicaiza, MSc
C.C.: *1003013396*



…….
Ing. Lissette Revelo, MSc.
C.C.: 1308251550

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios y a mi padre, Mauricio, quien vive en mi corazón. A mi madre, Esthela, a mis hermanos, Mauricio, Mónica y Naomi, y a mi cuñado, Iván, por creer en mí, brindarme las fuerzas para no rendirme y ser el impulso principal para concluir con la carrera.

AGRADECIMIENTO

Mi gratitud a la UTN y a los docentes que compartieron sus conocimientos para mi formación profesional. A mi familia, por el apoyo incondicional brindado en cada etapa de mi carrera.

RESUMEN

El sobreesfuerzo físico y las posturas forzadas provocan constantes lesiones musculares en el área de la construcción. Por esta razón, se evaluó la ergonomía física mediante biometría postural en trece trabajadores de la empresa ECSIGMA S.A.S. en Ibarra, buscando dar una solución los factores disergonómicos que afectan la salud de los trabajadores. Esta investigación descriptiva y de campo utilizó inicialmente el Cuestionario Nórdico y el cribado de la norma ISO/TR 12295. Consecutivamente se analizó las tareas críticas mediante fotogrametría con el software Kinovea, bajo los parámetros de las normas ISO 11226 e ISO 11228 (partes 1, 2 y 3). Los resultados obtenidos indicaron que el 69% del personal sufre molestias de forma crítica en la zona lumbar con 9 casos y la muñeca derecha con 7 casos. El análisis biomecánico demostró que la preparación de mezcla tiene un Índice de Levantamiento de 7.59, mientras que el transporte de materiales en carretilla reveló una sobrecarga pondera en extremidades superiores con un índice OCRA de 48.72. Además, el puesto administrativo de director manifestó una flexión cervical perjudicial de hasta 63° por falta de diseño antropométrico en el sitio de trabajo. Llegando a una conclusión que el plan de mejora ergonómica que se propuso, con una estimación presupuestado en $995.00 USD, reduce sustancialmente el peligro de lesiones lumbares y fatiga muscular. Esto se logra implementando una norma de carga máxima individual de 25 kg, levantamiento en parejas, rotación de frentes de trabajo, pausas activas obligatorias y el rediseño físico del puesto de oficina.

Palabras clave: Ergonomía física, biometría postural, trastornos musculoesqueléticos, manipulación de cargas, movimientos repetitivos, construcción.

ABSTRACT

Physical overexertion and awkward postures cause frequent muscle injuries in the construction industry. For this reason, physical ergonomics were assessed using postural biometrics among thirteen workers at ECSIGMA S.A.S. in Ibarra, with the aim of addressing the non-ergonomic factors that affect workers' health. This descriptive, field-based study initially utilized the Nordic Questionnaire and the screening criteria of the ISO/TR 12295 standard. Subsequently, critical tasks were analyzed using photogrammetry with Kinovea software, in accordance with the parameters of ISO 11226 and ISO 11228 (parts 1, 2, and 3). The results indicated that 69% of the staff experience significant discomfort in the lower back (9 cases) and in the right wrist (7 cases). The biomechanical analysis showed that mixing preparation has a Lifting Index of 7.59, while transporting materials by hand truck revealed a weight overload on the upper extremities with an OCRA index of 48.72. Additionally, the director's administrative workstation exhibited harmful cervical flexion of up to 63° due to a lack of anthropometric design in the workplace. The conclusion is that the proposed ergonomic improvement plan, with an estimated budget of $995.00 USD, substantially reduces the risk of lower back injuries and muscle fatigue. This is achieved by implementing a maximum individual load limit of 25 kg, lifting in pairs, rotating work stations, mandatory active breaks, and the physical redesign of the office workstation.

Keywords: Physical ergonomics, postural biometrics, musculoskeletal disorders, load handling, repetitive movements, construction.

LISTA DE SIGLAS

EPP. Equipo de Protección Personal

ISO. Organización Internacional de Normalización

LI. Índice de Levantamiento

OCRA. Occupational Repetitive Actions

RWL. Límite de Peso Recomendado

SST. Seguridad y Salud en el Trabajo

TME. Trastornos Musculoesqueléticos

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN 8

ABSTRACT 9

LISTA DE SIGLAS 10

ÍNDICE DE CONTENIDO 11

ÍNDICE DE TABLAS 17

ÍNDICE DE FIGURAS 18

ÍNDICE DE ANEXOS 19

CAPÍTULO I 20

1.1. Problema de Investigación 20

1.2. Justificación 21

1.3. Objetivos 22

1.3.1. Objetivo General 22

1.3.2. Objetivos Específicos 22

1.4. Alcance y Delimitación 22

1.5. Antecedentes 23

1.5.1. Biometría Postural de los Trabajadores de Plantas Industriales en Ecuador 23

1.5.2. Análisis de Ergonomía Física por Biometría Postural 23

1.5.3. Identificación y Análisis del Factor Riesgo Ergonómico por Biometría Postural 24

1.5.4. Control Ergonómico por Biometría Postural Basado en la Norma ISO: 11228-2 25

CAPÍTULO II 27

2.1. Fundamentación Teórica 27

2.1.1. Ergonomía 27

2.1.2. Objetivos de la Ergonomía 27

2.1.3. Clasificación de Ergonomía 27

2.1.4. Importancia de la Ergonomía 28
2.1.5. Factores de Riesgos Ergonómicos 28
2.1.6. Salud 29
2.1.7. Salud Ocupacional 30
2.1.8. Trastornos Musculoesqueléticos 30
2.1.9. TME de Origen Laboral 30
2.1.10. Relacionados con el Trabajo 30
2.1.11. Biometría Postural 30
2.1.12. Ergonomía Biométrica 31
2.2. Marco Legal 31
2.2.1. Constitución de la República del Ecuador (2008) 31
2.2.2. Decisión 584 - Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2004). 31
2.2.3. Resolución 957 - Reglamento del Instrumento Andino 31
2.2.4. Código del Trabajo (2005) 32
2.2.5. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Decreto Ejecutivo 2393) 32
2.2.6. Resolución C.D. 513 del IESS (Reglamento del Seguro de Riesgos del Trabajo) 32
2.3. Marco Normativo 32
2.3.1. Normativa Internacional 32
CAPÍTULO III 35
3.1. Diagnóstico Situacional y Metodología 35
3.1.1. Reseña Histórica 35
3.1.2. Ubicación de la Empresa 35
3.1.3. Misión 36
3.1.4. Visión 36

3.1.5. Política de Seguridad Empresarial 36
3.2. Estructura Organizacional de la Empresa 36
3.3. Cadena de Valor 38
3.4. Mapa de Procesos 39
3.5. Caracterización y Descripción de los Procesos Institucionales 40
3.6. Flujograma del Servicio Prestado por la Empresa 41
3.7. Recursos de la Empresa 43
3.7.1. Recursos Humanos 43
3.7.2. Recursos Tecnológicos 43
3.7.3. Maquinaria y Herramientas 44
3.8. Población Total 45
3.9. Metodología 47
3.10. Tipo de Investigación 47
3.10.1. Investigación Descriptiva 48
3.10.2. Investigación Documental 48
3.10.3. Investigación de Campo 48
3.11. Método de Investigación 48
3.11.1. Método Analítico 48
3.11.2. Método Descriptivo 48
3.11.3. Método Inductivo 49
3.11.4. Método Cuantitativo 49
3.12. Métodos Para la Evaluación Ergonómica 49
3.12.1. Cuestionario Nórdico 49
3.13. Especificaciones de las Normas ISO Aplicadas 50
3.13.1. ISO/TR 12295: 2014 Guía de Aplicación y Cribado Inicial 50

3.13.2. ISO 11228-1 Levantamiento y Transporte Manual de Cargas 50
3.13.3. ISO 11228-2 Empuje y Tracción Manual 51
3.13.4. ISO 11228-3 / OCRA Check-list: Movimientos Repetitivos 51
3.13.5. ISO 11226: Evaluación de Posturas de Trabajo Estáticas 51
3.14. Instrumentos 51
CAPÍTULO IV 53
4.1. Cuestionario Nórdico 53
4.2. Caracterización de la Población Estudiada 53
4.3. Hábitos y Antecedentes Físicos de los Trabajadores 56
4.4. Condición Actual y Presencia de Molestias Musculoesqueléticas 59
4.5. Zonas Corporales Afectadas 64
4.6. Síntesis de Resultados del Cuestionario Nórdico 66
4.7. Identificación de los Riesgos Ergonómicos Mediante la ISO/TR 12295 67
4.7.1. Aplicación de la Metodología ISO/TR 12295 67
4.8. Diagnóstico Cinemático de Biometría Postural 70
4.9. Aplicación de la ISO 11226 71
4.9.1. Resultados de la ISO 11226 71
4.10. Aplicación de la ISO 11228-1 72
4.10.1. Resultados de la ISO 11228-1 72
4.11. Aplicación de la ISO 11228-2 73
4.11.1. Resultados de la ISO 11228-2 73
4.12. Aplicación de OCRA Checklist - ISO 11228-3 74
4.12.1. Resultados de OCRA Checklist - ISO 11228-3 75
4.13. Matriz de Priorización de Riesgos Ergonómicos 76
4.14. Interpretación Global de los Resultados 78

4.15. Discusión de Resultados 78
CAPÍTULO V 79
5.1. Introducción a la Propuesta de Mejora Ergonómica 79
5.2. Objetivos de la Propuesta 79
5.2.1. Objetivo General 79
5.2.2. Objetivos Específicos 79
5.3. Alcance del Plan de Mejora 80
5.4. Fundamentación Legal 81
5.5. Responsables 82
5.6. Estructura General del Plan de Intervención Ergonómica 83
5.6.1. Jerarquización de Controles de Riesgo Ergonómico 83
5.6.2. Ayudante de Obra 86
5.6.3. Eliminación de Riesgo en la Fuente (Anexo B) 86
5.6.4. Controles de Ingeniería en el Medio 86
5.6.5. Controles Administrativos en el Trabajador 86
5.6.6. Equipos de Protección Personal (EPP) 87
5.7. Maestro de obra 87
5.7.1. Controles Administrativos 87
5.7.2. Equipos de Protección Personal (EPP) 87
5.8. Director 88
5.8.1. Controles de Ingeniería 88
5.8.2. Controles Administrativos y Organizacionales 89
5.9. Arquitecto 89
5.9.1. Controles de Ingeniería en Campo 89
5.9.2. Controles Administrativos 89

5.9.3. Equipos de Protección Personal (EPP) 89
5.10. Cronograma General de Implementación 90
5.11. Presupuesto Estimado de Implementación 91
5.12. Conclusiones de la Propuesta de Mejora 93
CONCLUSIONES 94
RECOMENDACIONES 95
BIBLIOGRAFÍA 96
ANEXOS 98

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. Procesos institucionales 40
TABLA II. Organigrama institucional 43
TABLA III. Recursos tecnológicos de la empresa 44
TABLA IV. Maquinaria y herramientas de la empresa 44
TABLA V. Actividades del personal operativo y administrativo 46
TABLA VI. Caracterización antropométrica de los trabajadores 46
TABLA VII. Distribución de molestias musculoesqueléticas por zona corporal 65
TABLA VIII. Clasificación de factores de riesgo por puesto y tarea según ISO/TR 12295 67
TABLA IX. Normas ISO específicas a aplicar según resultados obtenidos 70
TABLA X. Evaluación de aceptabilidad postural por segmento corporal según ISO 11226 72
TABLA XI. Matriz de priorización de riesgos ergonómicos de la empresa 76
TABLA XII. Fundamentación legal de la prevención de riesgos ergonómicos 81
TABLA XIII. Roles y responsabilidades en el plan de mejora ergonómica 82
TABLA XIV. Matriz de jerarquización de riesgos ergonómicos 84
TABLA XV. Organización del plan de mejora ergonómica 85
TABLA XVI. Plazos de intervención y priorización de medidas según nivel de riesgo 90
TABLA XVII. Planificación temporal de medidas ergonómicas 91
TABLA XVIII. Presupuesto detallado del plan de mejora 92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la empresa ECSIGMA S.A.S. 35
Figura 2. Organigrama institucional de la empresa ECSIGMA S.A.S. 37
Figura 3. Cadena de valor de la empresa ECSIGMA S.A.S. 38
Figura 4. Mapa de procesos 39
Figura 5. Flujograma del servicio de la empresa ECSIGMA S.A.S. 42
Figura 6. Distribución de la población evaluada según el género 53
Figura 7. Distribución de los trabajadores según el puesto de trabajo que ocupan 54
Figura 8. Distribución de los trabajadores según su rango de edad 55
Figura 9. Distribución de los trabajadores según su rango de estatura 55
Figura 10. Distribución de los trabajadores según su rango de peso corporal 56
Figura 11. Nivel de práctica de actividad física de los trabajadores fuera del entorno labora 57
Figura 12. Tipos de actividad física y deportes que realizan los trabajadores 58
Figura 13. Frecuencia con la que los trabajadores practican actividad física 58
Figura 14. Cantidad de lesiones experimentadas por actividad física fuera del trabajo 59
Figura 15. Postura principal adoptada por los trabajadores durante la jornada laboral 60
Figura 16. Tiempo de permanencia de los trabajadores en su postura principal de trabajo 61
Figura 17. Prevalencia de dolor o molestias musculoesqueléticas reportadas por el personal 62
Figura 18. Incidencia del dolor o molestias en el desempeño laboral diario de los trabajadores 62
Figura 19. Momento de la jornada laboral en el que se manifiesta el dolor o molestia corporal 63
Figura 20. Tipos de molestias musculoesqueléticas identificadas en la población de estudio 64
Figura 21. Distribución de niveles de riesgo ergonómico según ISO/TR 12295 por puesto de trabajo evaluado. 69
Figura 22. Comparativa del indice de levantamiento (LI) por tarea según la ISO 11228-1 73
Figura 23. Evaluación de niveles de riesgo por empuje y tracción según la ISO 11228-2. 74
Figura 24. Evaluación de niveles de riesgo por movimientos repetitivos según la ISO 11228-3 75

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Bitácora de Control de Recepción de Materiales 98
ANEXO B. Acta de Implementación de Política Ergonómica..... 99
ANEXO C. Instructivo Técnico: Levantamiento Manual de Cargas en Binomio 100
ANEXO D. Ficha de Observación de Cumplimiento: Manipulación de Cargas en Binomio ... 101
ANEXO E. Matriz Semanal de Polifuncionalidad y Rotación Ergonómica..... 102
ANEXO F. Registro de Cumplimiento de Rotación de Puestos 103
ANEXO G. Checklist Diario: Liberación de Rutas y Control de Carretilla 104
ANEXO H. Instructivo de Pausas Activas..... 105
ANEXO I. Cuestionario Nórdico 108
ANEXO J. Evaluación de las Posturas de Trabajo (ISO 11226) 109
ANEXO K. Evaluación de Movimientos Repetitivos (OCRA Checklist)..... 114
ANEXO L. Manipulación Manual de Cargas (ISO 11228-1)..... 115
ANEXO M. Manipulación Manual de Cargas Empuje Tracción (ISO - 11228 - 2)..... 116
ANEXO N. Ficha Técnica de Homologación de Equipos de Protección Personal (EPP) 117

CAPÍTULO I

1.1. Problema de Investigación

En el sector de la construcción, los trabajadores están expuestos a una variedad de riesgos ergonómicos que pueden afectar su salud y bienestar a corto, mediano y largo plazo. Investigaciones en el área señalan que esta industria presenta uno de los niveles más altos de exposición a peligros biomecánicos.

La ergonomía física desempeña un papel fundamental en la prevención de riesgos, tales como lesiones musculoesqueléticas, posiciones incomodas, sobreesfuerzos, levantamiento manual de cargas, movimientos repetitivos, a su vez promueve la eficiencia en el trabajo [1].

Considerando estos factores, se puede afirmar que la carencia de un enfoque sistemático para evaluar y mejorar la ergonomía postural en el entorno laboral de la empresa constructora ha generado la necesidad de llevar a cabo el presente trabajo de investigación. El objetivo es examinar los factores de riesgos ergonómicos físicos mediante de la biometría postural, dirigida únicamente a los operarios para disminuir la morbilidad ocupacional. Según una entrevista que se realizó anteriormente correspondiente a la empresa, el 40% de los operarios del sector de la construcción padecen de lumbalgia como resultado de trabajos que demandan levantar objetos pesados de manera no optima o permanecer en posturas incómodas durante mucho tiempo. El 25% presenta síndrome cervical por tensión debido a malas posturas. El 35% no muestra ningún tipo de Trastorno Musculoesquelético (TME). Esto se debe a la falta de conocimiento necesario por parte de los trabajadores, la insuficiencia de tiempo para aplicar evaluaciones con eficacia, y la prolongación de dichas evaluaciones por falta de profundidad en la materia.

1.2. Justificación

Generalmente, en las empresas donde no se ha realizado un estudio sobre el tema existe el desconocimiento de lo riesgoso que puede llegar a producir diferentes tipos de trastornos musculoesqueléticos que se origina por posturas forzadas y un pésimo diseño del puesto de trabajo.

Es por eso que se considera realizar un análisis para identificar los trastornos musculoesqueléticos presentes en el área de trabajo, manifestando los riesgos ergonómicos más vulnerables a sufrir algún tipo de lesión o enfermedad laboral a los trabajadores.

Con las lumbalgias ya presentadas se puede mejorar el trabajo en cada una de las áreas para que los operadores cumplan con aquellos aspectos fundamentales de la ergonomía por su biometría postural para así evitar daños a la salud a corto y mediano plazo.

Teniendo en cuenta las diferentes actividades que realiza el trabajador se puede prevenir, eliminarlos o sustituir las acciones que provoquen dichas anomalías en el trabajo [2].

En este contexto, la investigación se centra en examinar los peligros ergonómicos físicos asociados con la biometría postural, con el objetivo de identificar medidas preventivas y de control que beneficien directamente a los trabajadores [3].

Estas medidas buscan reducir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y la aparición de enfermedades que podrían llevar a incapacidades permanentes. Este enfoque no solo beneficia al operador al proporcionar un entorno laboral más seguro, sino que también beneficia al empleador al mitigar posibles inconvenientes derivados de lesiones laborales.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Realizar un análisis de ergonomía física por biometría postural en los trabajadores de la constructora que permita reducir los factores disergonómicos que están produciendo daño a la salud.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar los principios teóricos y marco legal con base en referencias bibliográficas de la investigación.

- Realizar un análisis y evaluación de la situación actual de los trabajadores con herramientas que permitan establecer resultados ergonómicos técnicos.

- Proponer un plan para mejorar el entorno laboral centrándose en la biometría postural para reducir los riesgos de lesiones musculoesqueléticas asociados a problemas ergonómicos.

1.4. Alcance y Delimitación

El presente proyecto de investigación se realizará en el área de construcción civil, con 13 trabajadores estables, para analizar los factores biomecánicos en las actividades que pueden alterar el bienestar físico y salud durante la jornada laboral. La investigación se examinará en base a metodologías de la ergonomía.

1.5. Antecedentes

1.5.1. Biometría Postural de los Trabajadores de Plantas Industriales en Ecuador

Según el estudio desarrollado por Neusa Arenas et al [4]. gestionar la salud ocupacional bajo la complejidad de las organizaciones modernas implica un reto constante. La constante mutación de los factores sociales, políticos y económicos, sumada a la interacción desequilibrada en el sistema hombre-máquina-entorno, suele traducirse en un deterioro directo de la integridad física de los operarios. Ante esta problemática, se desarrolló una investigación orientada a evaluar la exposición al riesgo disergonómico en la manufactura ecuatoriana. El propósito principal fue ordenar de manera óptima las manifestaciones álgicas y el ausentismo laboral procedente de enfermedades profesionales.

Mediante un estudio con enfoque cuantitativo y descriptivo. Se obtuvo una muestra de 411 trabajadores de diferentes áreas. La recolección de los datos se realizó mediante un cuestionario. Esta herramienta vinculó la anatomía del operario con las posturas realizadas en los diferentes puestos de trabajo para saber el nivel real de exposición disergonómica.

Mediante los resultados se reveló una prevalencia de factores de riesgo postural. La adopción de posturas forzadas mostro los indicadores con un 14,06% de afectación en la muestra, también con su alta repetitividad de movimientos con un 13,83% y el manejo manual de cargas con un 13,38%. Esta sobrecarga biomecánica sistemática provoco un cuadro clínico grave en el personal. La lumbalgia fue el diagnóstico prevalente con un 17,69% de los casos reportados; las hernias (16,55%) y la bursitis (17,46%) completaron las patologías de mayor incidencia. Estos desórdenes no solo merman la salud del trabajador, sino que actúan como inductores directos de ausentismo, afectando la productividad de la organización.

1.5.2. Análisis de Ergonomía Física por Biometría Postural

El cuidar la salud y el bienestar de los empleados depende mucho del puesto de trabajo y cada vez toma más relevancia. Este proyecto de tesis forma parte del proceso de desarrollo de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Santa Anita, organización que aborda la intermediación financiera. A pesar de su trabajo, existe la falta de un análisis detallado de los riesgos ergonómicos a los trabajadores.

Los análisis mostraron que los trabajadores mantenían una postura estática frente a la pantalla al realizar sus labores, lo que aumenta la probabilidad de la posibilidad de amenazas ergonómicas, teniendo como consecuencia la afectación de la salud y la productividad de los empleados.

La tesis se divide en varios capítulos con el objetivo de alentar el conocimiento y acción preventiva. El primer capítulo identifica los peligros ergonómicos de los empleados, lo que fortalece la importancia de realizar investigaciones. En el segundo capítulo, a través del análisis bibliométrico, se presenta el marco teórico sustentando los métodos utilizados en el estudio. El tercer capítulo indica un diagnóstico de la situación actual en las cooperativas, donde se valoran los riesgos ergonómicos a través de observaciones, imágenes y herramientas como el Cuestionario Nórdico, las normas ISO/TR 12295, NTE INEN-ISO 11226 y el Método rosa. Se considero un nivel de riesgo alto debido al las posturas y la interacción con pantallas. En consecuencia, se generó una propuesta correctiva basada en la biometría postural, la cual agrego medidas como pausas activas, adecuaciones de áreas de trabajo y evaluaciones de salud ocupacional concentradas en amenorar los desórdenes musculoesqueléticos. Al realizar las recomendaciones dichas, tiene como objetivo minimizar los riesgos ergonómicos identificados y mejorar la calidad de vida profesional de los empleados de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Santa Anita [5].

1.5.3. Identificación y Análisis del Factor Riesgo Ergonómico por Biometría Postural

Esta investigación se desarrolló a partir de una evaluación inicial de los factores de riesgo para la salud en términos de aspectos disergonómicos para actividades relacionadas con la operación de vehículos y el mantenimiento de maquinaria en el ámbito de la seguridad y salud ocupacional. El estudio de campo se realizó en las instalaciones del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Montúfar, en la ciudad de San Gabriel, provincia de Carchi. Como prioridad se estudió la exposición biomecánica mediante la biometría postural para el personal operativo y justificar el plan para prevenir los TME entre los trabajadores de los departamentos de ingeniería y transporte.

Los resultados confirmaron que la organización necesita seguir monitoreando la carga física en las posturas, a pesar de los esfuerzos ya realizados en sistemas de gestión preventiva. En

particular, las actividades de los operadores de equipos pesados y livianos fueron evaluadas examinándolas mediante un tamizaje inicial con la ayuda de la guía técnica ISO/TR 12295:2014.

En esta etapa, se utilizaron técnicas de evaluación ergonómica específicas para mejorar el diagnóstico de las posturas críticas logradas mediante la ubicación del trabajo. Los resultados biomecánicos fueron el insumo técnico para delimitar un plan de acción preventivo. El programa tuvo como objetivo disminuir la fatiga y el sobreesfuerzo al realizar tareas de conducción, así como el trabajo operativo realizado en el taller mecánico de la institución [6].

1.5.4. Control Ergonómico por Biometría Postural Basado en la Norma ISO: 11228-2

Este estudio se realizó en la fábrica de hidrocarburos en el este de Ecuador para resolver uno de los problemas más comunes en el campo de la organización: mala práctica e ignorancia del método de académica y higiene postural. La carencia de investigaciones previas en la planta industrial ha originado el enfoque para trabajar en este campo. La evaluación se centra en los puestos más importantes de fabricación, energía y servicios de turnos, adecuando la metodología de la norma ISO 11228-2, incluyendo aspectos como el push y pull en operaciones de proceso de material. Del total de participantes, se encontró que el 35% padecía patologías relacionadas con movimientos repetitivos y desconocían las técnicas de manejo de cargas observadas durante los turnos diurno y nocturno. En la población de estudio predominó el género masculino (95%) y el género femenino representó el 5%, ambos grupos realizaron las mismas tareas todos los días. La prueba de fracturamiento por filtración y WELLPADS destacan como las tareas de mayor riesgo. La metodología utilizada incluyó métodos exploratorios y observacionales para determinar el momento de cada tarea y los riesgos asociados en diferentes etapas de la jornada laboral.

Se utilizaron métodos teóricos para determinar la idoneidad de los métodos ergonómicos entre los participantes, y se utilizó investigación cuantitativa para definir el universo y la muestra. Para los participantes con niveles de riesgo moderado y alto, se implementó un plan de cuidados preventivos para prevenir afecciones futuras y asegurar el desempeño laboral.

Además, se proporcionó una guía de estiramientos que los participantes podían utilizar en cualquier momento del día, recomendando ejercicios cada hora. Se encontró que el 35% de los empleados tenía alguna condición o trastorno musculoesquelético que tenía un impacto perjudicial en la productividad y el desempeño laboral. Los costos relacionados con los trastornos

musculoesqueléticos son difíciles de medir, pero son muy significativos, especialmente los costos de tratamiento hospitalario. Este estudio destaca la importancia de implementar medidas preventivas efectivas en el entorno laboral para mantener la salud y el bienestar de los empleados [7].

CAPÍTULO II

2.1. Fundamentación Teórica

2.1.1. Ergonomía

Según Maestre indica que la ergonomía [8],"es el estudio del trabajo, encargándose de elaborar las normas por las que debe regirse". Este autor indica además que la ergonomía busca adaptar el entorno laboral al individuo, asegurando que el sistema, el espacio y las condiciones de trabajo sean coherentes con sus características y necesidades. Bajo este enfoque, un puesto adecuado es aquel que permite al trabajador realizar sus actividades sin generar riesgos para su salud, garantizando así un ambiente seguro y favorable para su bienestar físico y mental [8].

2.1.2. Objetivos de la Ergonomía

La ergonomía busca principalmente promover el bienestar físico y psicológico de las personas en sus actividades laborales, reducir la aparición de lesiones o afecciones relacionadas con el trabajo y contribuir a que las tareas se realicen con mayor eficiencia y productividad. Según María Guadalupe "el objetivo de la ergonomía es dar las pautas que sirvan al diseñador para optimizar el trabajo que habrá de ser ejecutado por el conjunto operario artefacto" [9].

2.1.3. Clasificación de Ergonomía

La ergonomía tiende a tener varias definiciones de distintos autores, pero todo llegan al mismo punto, "que estudia la manera de planificar y diseñar los puestos de trabajo de manera que exista una adaptación entre estos y el individuo" [10]. Y para llevar a cabo con mayor eficacia esta misma se clasifica en varias, pero las más importantes son:

- **Ergonomía Física:** La ergonomía física aborda los factores fisiológicos, biomecánicos y antropométricos presentes en tareas con alta demanda física. Su aplicación en sectores como la manufactura, construcción y oficinas permite optimizar la salud y el rendimiento del trabajador, disminuyendo el riesgo de lesiones y mejorando la eficiencia operativa [9].

- **Ergonomía Ambiental:** Se ocupa de examinar los factores ambientales, comúnmente de naturaleza física, que conforman el entorno en el que interactúa el sistema persona-

máquina. Estos incluyen el ambiente térmico, el ambiente visual, el ambiente acústico, el ambiente mecánico, el ambiente electromagnético y el ambiente atmosférico [9].

- **Ergonomía Cognitiva:** Se centra en estudiar cómo la cognición humana (el proceso de percepción y aprendizaje, conservar la memoria de un evento o del entorno, pensamiento crítico, decidir, etc.) interactúa con los sistemas de trabajo. La ergonomía cognitiva tiene como objetivo modificar el nivel de demanda mental de las actividades laborales respecto a las capacidades de los operadores, con el fin de mejorar la seguridad, la productividad y la comodidad del personal [9].

- **Ergonomía Organizacional:** Se orienta a la mejora de sistemas socio-técnicos, actuando directamente sobre las cadenas de gestión, las políticas internas y los marcos de comunicación dentro de la empresa de construcción. Esto procura alinear el desempeño de los operadores con la organización del trabajo, no solo se mejora en los indicadores de eficiencia operativa, sino que también se genera un contexto sólido, armonioso y seguro para el personal. [9].

2.1.4. Importancia de la Ergonomía

La importancia de la ergonomía según [9], radica en "la prevención de daños en la salud considerando sus tres dimensiones: física, mental y social. La aplicación de los principios ergonómicos busca adecuar y adaptar los sistemas de trabajo a las capacidades de las personas que los usan, evitando alteraciones en la salud que puedan producirse por cargas de trabajo excesivas, altas o bajas".

De acuerdo con lo señalado, la relevancia de la ergonomía radica en promover entornos laborales seguros y saludables. Esto se consigue mediante la aplicación de políticas y medidas orientadas a prevenir riesgos laborales, garantizar condiciones de trabajo adecuadas y reducir la probabilidad de accidentes durante la ejecución de las tareas.

2.1.5. Factores de Riesgos Ergonómicos

como señala [1], corresponden a condiciones del entorno laboral que, si no se gestionan adecuadamente, pueden generar problemas de salud o lesiones asociadas a la ergonomía. Estos

elementos influyen en la interacción entre el trabajador, las tareas y el ambiente de trabajo. Entre ellos se encuentran:

- **Carga Física:** Levantar, transportar o manipular cargas pesadas sin las moderaciones adecuadas puede causar lesiones en la espalda u otras áreas del cuerpo.
- **Postura Forzada:** Adoptar posiciones incómodas o inadecuadas durante periodos de tiempo prolongados puede producir tensiones musculares y aportar la aparición de trastornos musculoesqueléticos.
- **Movimientos Repetitivos:** La ejecución continua de movimientos similares, como el uso constante de herramientas manuales o equipos vibratorios, incrementa el riesgo de desarrollar lesiones por esfuerzo repetitivo [1].
- **Postura Estática:** Mantener la misma posición, ya sea sentado o de pie, por tiempos prolongados puede provocar molestias musculares y afectar la circulación.
- **Ruido Industrial Ergonómico:** El ruido industrial se refiere a la exposición a altos niveles de sonido en el lugar de trabajo, lo cual puede provocar efectos tanto auditivos, como la pérdida de audición, como no auditivos, que incluyen estrés, fatiga y una disminución en el rendimiento de los trabajadores, entre otros [11].
- **Vibración:** Este tipo de exposición se da por el uso de herramientas o maquinaria vibrante, puede ocasionar problemas de salud, especialmente en manos y brazos [2].
- **Falta de Apoyo Ergonómico:** La ausencia de moblaje o equipos diseñados ergonómicamente, que impide el esfuerzo de posturas o movimientos que incrementa el riesgo de molestias posturales.
- **Falta de Pausas y Descansos:** La ausencia de pausas y descansos puede aumentar la fatiga y el riesgo de sufrir lesiones. [2]
- **Falta de Capacitación y Conciencia:** La ausencia de capacitación sobre la higiene postural y la conciencia limitada sobre la importancia de la ergonomía pueden contribuir a la ignorancia de los riesgos.

2.1.6. Salud

La salud es el estado de completo bienestar físico, psíquico y social, y no sólo la ausencia de patología [12].

2.1.7. Salud Ocupacional

La salud ocupacional puede ser concebida como una disciplina cuyo objetivo consiste en promover y conservar el bienestar físico, psíquico y social del trabajador en el trabajo [13].

2.1.8. Trastornos Musculoesqueléticos

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son dolores o lesiones que afectan partes del cuerpo como los músculos, tendones, articulaciones y nervios. Estas dolencias dañan el aparato locomotor y pueden variar de molestia leve que sea pasajera, hasta lesiones graves y permanentes que incapacitan por completo al trabajador para realizar sus labores [1].

2.1.9. TME de Origen Laboral

Los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral son dolores o lesiones físicas que se producen o empeoran directamente por las exigencias físicas del puesto y las condiciones del entorno de trabajo [1].

2.1.10. Relacionados con el Trabajo

Se desarrollan en diferentes zonas del cuerpo causados por una sobre exigencia de fuerza sobrepasando la tolerancia de dicha zona. Teniendo en cuenta al CENEA [1],se clasifican como:

- Daños en tendones: Inflamaciones como la tendinitis, tenosinovitis, sinovitis, epicondilitis o roturas de tejido.
- Afectaciones en nervios: Atrapamientos mecánicos como el síndrome del túnel carpiano, compresión del nervio cubital o problemas cervicales.
- Trastornos musculares: Dolores por sobreesfuerzo, tensión acumulada (mialgias), esguinces y distensiones.
- Otros problemas: Desgaste en articulaciones (osteoartritis), inflamación de las bolsas serosas (bursitis) y fallos circulatorios en las extremidades.

2.1.11. Biometría Postural

Consiste en medir de forma puntual las posturas y movimientos que hace el cuerpo mientras trabaja. Con estos datos, se evalúa cómo influyen estas posiciones en el esfuerzo de las articulaciones y el peligro de sufrir lesiones, lo que ayuda a identificar qué tan exigente es la tarea físicamente [16].

2.1.12. Ergonomía Biométrica

Este campo analiza características físicas, funcionales y biomecánicas del ser humano trabajador, medido de una manera que permita comprender cómo los seres humanos se relacionan con su entorno laboral. Con los datos físicos de dimensiones antropométricas, rangos de movimiento y cargas posturales, se utiliza para diseñar tareas, herramientas y lugares de trabajo que se ajusten mejor a las características del cuerpo humano. [17].

2.2. Marco Legal

La estructura de la normativa sobre seguridad y salud ocupacional en el Ecuador se rige bajo un orden jerárquico claro. Esta organización comienza con la Constitución de la República como la norma de mayor rango, seguida de los convenios internacionales como los del Instrumento Andino. A nivel nacional, se aplican las leyes del Código del Trabajo, reglamentos ejecutivos y resoluciones del seguro social para regular las condiciones laborales diarias.

2.2.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)

Art. 326, numeral 5: Este mandato constitucional establece que toda persona tiene derecho a trabajar en un entorno seguro y saludable, diseñado para proteger su integridad física y bienestar general [14]. Este principio legal justifica técnicamente el análisis y la mejora de las posturas físicas de los operarios de la constructora, afirmando que en sus áreas de trabajo no afecten su salud a largo plazo.

2.2.2. Decisión 584 - Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (2004)

Art. 11, literal b: Esta norma internacional exige a las empresas la identificación, evaluación y el control periódico de los riesgos presentes en sus centros de trabajo [15]. Para la constructora, esta disposición legal es el fundamento que respalda el uso de metodologías posturales para diagnosticar las exigencias físicas reales que soportan los ayudantes y maestros de obra.

2.2.3. Resolución 957 - Reglamento del Instrumento Andino

Esta normativa obliga a los empleadores a estructurar planes de prevención de riesgos para evitar accidentes y enfermedades en el trabajo [16]. En el área de ergonomía física, esta ley exige diseñar los puestos de trabajo y las tareas operativas de forma que se adapten a las capacidades reales de los trabajadores, minimizando el esfuerzo físico extremo.

2.2.4. Código del Trabajo (2005)

- **Art. 38 (Riesgos a cargo del empleador):** Determina que el empleador es el único responsable de la seguridad en la obra y de asumir las consecuencias de los accidentes o enfermedades laborales de su personal [17]. Esto resalta la importancia de aplicar mejoras ergonómicas antes de que aparezcan las lesiones.
- **Art. 410 (Prevención de riesgos):** Obliga a las empresas a facilitar frentes de trabajo totalmente seguros y libres de peligros para la salud [17]. Al mismo tiempo, este artículo compromete a los trabajadores a utilizar de forma obligatoria los equipos de protección y a seguir las normas de higiene postural y pausas que implemente la empresa.
- **Art. 417 (Límite del transporte manual):** Aunque la ley general prohíbe cargar bultos que superen las 175 libras de forma individual [17], este límite es excesivo bajo los estándares médicos actuales. Este artículo nos sirve de base legal para justificar por qué en nuestra propuesta técnica limitamos la carga manual individual a un máximo seguro de 25 kg para evitar lesiones lumbares.

2.2.5. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Decreto Ejecutivo 2393)

- Art. 2, numeral 2, literal c: Faculta a los organismos del Estado a inspeccionar las obras y frentes de trabajo para vigilar que se cumplan las leyes de prevención de riesgos en actividades de alto peligro, como es la construcción civil [18].
- Art. 11, numeral 2: Establece que es obligación directa de la empresa adoptar todas las medidas técnicas necesarias para disminuir los riesgos físicos y mecánicos, garantizando la salud física de sus empleados en la obra [18].

2.2.6. Resolución C.D. 513 del IESS (Reglamento del Seguro de Riesgos del Trabajo)

Art. 53, literal a: Define los principios fundamentales para prevenir accidentes y enfermedades profesionales, ordenando de forma obligatoria que se identifiquen, midan y evalúen técnicamente todos los factores de riesgo ergonómico que puedan afectar a los trabajadores [19].

2.3. Marco Normativo

2.3.1. Normativa Internacional

- **Ergonomía. Evaluación de posturas de trabajo estáticas - NTE INEN-ISO 11226 (2014):** Esta norma ofrece un procedimiento para determinar la aceptabilidad

de una posición estática, estableciendo si cumple con los estándares recomendados. Además, indica el límite recomendado para las entradas estáticas, considerando la aplicación de fuerza externa o, en su defecto, a un nivel mínimo. Asimismo, toma en cuenta el ángulo del cuerpo y el tiempo de espera [20].

- **Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1: levantamiento y transporte - NTE INEN-ISO 11228-1 (2014):** Se refiere a la evaluación de las demandas físicas del lugar de trabajo, con especial énfasis en el levantamiento y transporte manual. Proporciona pautas ergonómicas para evaluar las tareas involucradas en estas actividades, estableciendo límites de peso seguros y teniendo en cuenta factores como la frecuencia y la duración del levantamiento. El objetivo es prevenir lesiones musculoesqueléticas y garantizar un entorno de trabajo seguro proporcionando criterios para evaluar las tareas de elevación manual [21].

- **Ergonomía. Manipulación manual. Parte 2: Empujar y Halar - NTE INEN-ISO 11228-2 (2014):** El contenido de este párrafo se sustenta en el conocimiento actual y la comprensión de los factores de riesgo musculoesqueléticos vinculados a tareas de manipulación similares. No solo ofrece un enfoque ergonómico para la evaluación de actividades como empujar o tirar, sino que también presenta recomendaciones con el propósito de disminuir el riesgo de lesiones o problemas de salud [22].

- **Ergonomía. Manipulación manual. Parte 3: Manipulación de cargas livianas a alta frecuencia - NTE INEN-ISO 11228-3 (2014):** Esta normativa técnica establece las directrices metodológicas para reconocer y ponderar las variables de peligro propias al transporte repetitivo de objetos de poco peso. Su aplicación facilita el diagnóstico de las amenazas psicofísicas presentes en los entornos laborales con alta repetitividad [23].

- **Guía de aplicación para las normas de manipulación manual (ISO 11228) y evaluación de posturas (ISO 11226) - NTE INEN-ISO/TR 12295 (2014):** Esta norma técnica funciona como un filtro de diagnóstico rápido o cribado inicial. Su metodología permite identificar, mediante una serie de preguntas clave, si las

actividades de los obreros representan riesgos ergonómicos evidentes en frentes de obra. Si el resultado ubica la tarea en "zona de riesgo", la norma obliga técnicamente a realizar evaluaciones específicas con los métodos correspondientes para proteger la salud del personal [24].

CAPÍTULO III

3.1. Diagnóstico Situacional y Metodología

3.1.1. Reseña Histórica

ECSIGMA S.A.S. es una empresa constructora fundada en el año 2023, dedicada al desarrollo de proyectos de construcción en el sector residencial y civil dentro de la provincia de Imbabura. Su principal trabajo se centra en la construcción de obras civiles.

La empresa ha ejecutado varios proyectos en diferentes lugares de las provincias de Imbabura y Pichincha.

3.1.2. Ubicación de la Empresa

La figura 1 presenta la posición geográfica donde se encuentra la empresa. Localizada en la ciudad de Ibarra Av. Fray Vacas Galindo y Juan de Dios Navas.

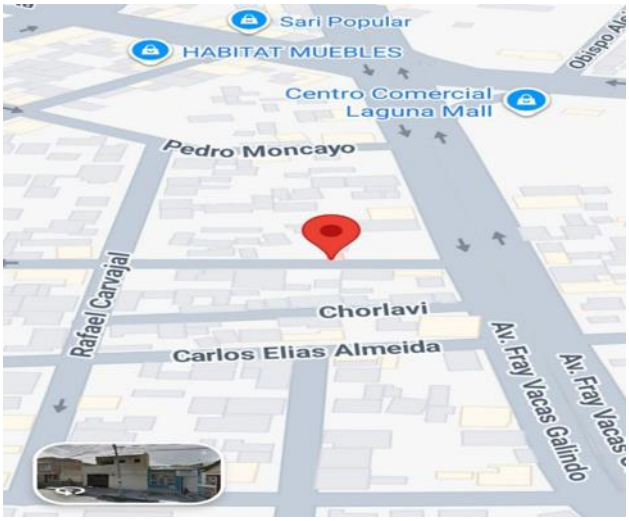


Figura 1. Ubicación de la empresa ECSIGMA S.A.S.

Nota. Fuente: [25].

3.1.3. Misión

Brindar servicios de construcción con altos estándares de calidad, seguridad y eficiencia, garantizando soluciones constructivas confiables y duraderas que satisfagan las necesidades de nuestros clientes dentro del sector residencial y civil de la provincia de Imbabura.

3.1.4. Visión

Consolidarnos como una empresa constructora líder en la región, reconocida por la excelencia de nuestros proyectos, la innovación en nuestros procesos constructivos y el compromiso con la seguridad y el bienestar de nuestros trabajadores, ampliando nuestra participación en obras de mayor complejidad a nivel nacional.

3.1.5. Política de Seguridad Empresarial

La empresa ECSIGMA S.A.S. mantiene un gran compromiso con la integridad de sus trabajadores y colaboradores. Por lo que implemento medidas preventivas que contienen charlas de seguridad habituales, inducción previa al inicio de las labores y la contratación de personal con experiencia comprobada en el área de construcción.

La empresa obliga el uso obligatorio de equipos de protección personal, una señalización optima en las diferentes áreas de trabajo, acompañado de una supervisión constante de las actividades en obra. La política de seguridad se sitúa en garantizar un entorno laboral seguro libre de accidentes laborales mediante la capacitación continua y la identificación temprana de riesgos.

3.2. Estructura Organizacional de la Empresa

La estructura organizacional de ECSIGMA S.A.S. se define en función de las tareas operativas y administrativas que son esenciales para llevar a cabo sus proyectos de construcción. Esto incluye la definición de los niveles de dirección y coordinación que aseguran un funcionamiento eficiente. En la Figura 2, se puede apreciar claramente un organigrama institucional de la empresa, que facilita la comprensión de la distribución de responsabilidades y la jerarquía interna de la empresa.

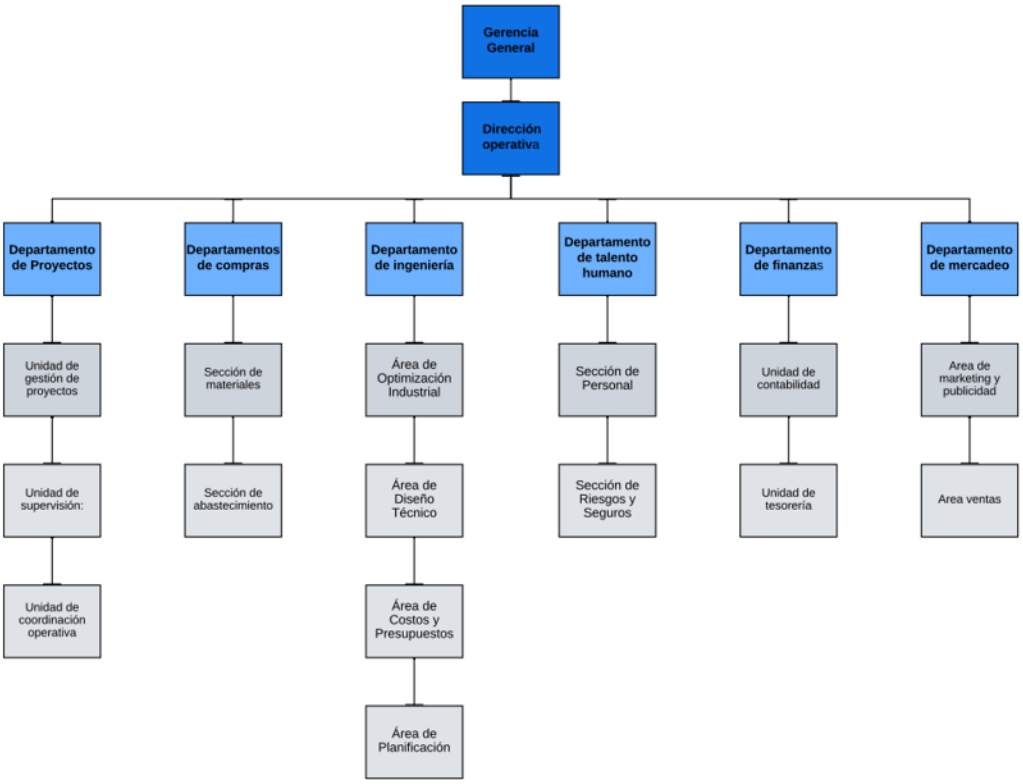


Figura 2. Organigrama institucional de la empresa ECSIGMA S.A.S.

Nota. Fuente: información obtenida y adaptada de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor.

3.3. Cadena de Valor

La cadena de valor de la empresa constructora se estructura en actividades primarias relacionadas con la ingeniería, diseño, planificación, ejecución y entrega de proyectos, las cuales generan valor directo al cliente (Figura 3). Estas actividades se encuentran respaldadas por procesos de apoyo como la dirección estratégica, gestión de talento humano y SST, gestión financiera y gestión de adquisiciones, que garantizan la sostenibilidad operativa y el control estratégico de la organización.

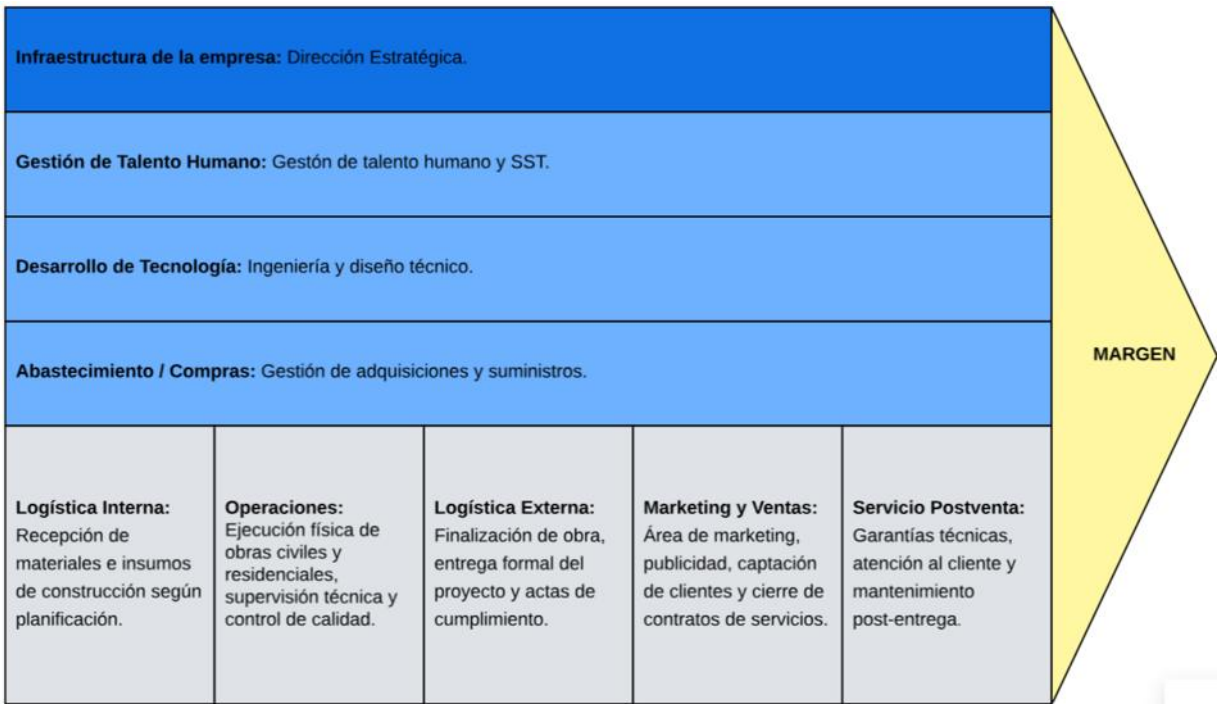


Figura 3. Cadena de valor de la empresa ECSIGMA S.A.S.

Nota. Fuente: información obtenida y adaptada de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor.

3.4. Mapa de Procesos

En la Figura 4 se presenta el Mapa de Procesos de ECSIGMA S.A.S., diseñado bajo el enfoque de gestión por procesos. Este esquema permite visualizar la interacción entre los niveles estratégicos, operativos y de apoyo, asegurando que los requerimientos del cliente se transformen en resultados de calidad y satisfacción institucional.

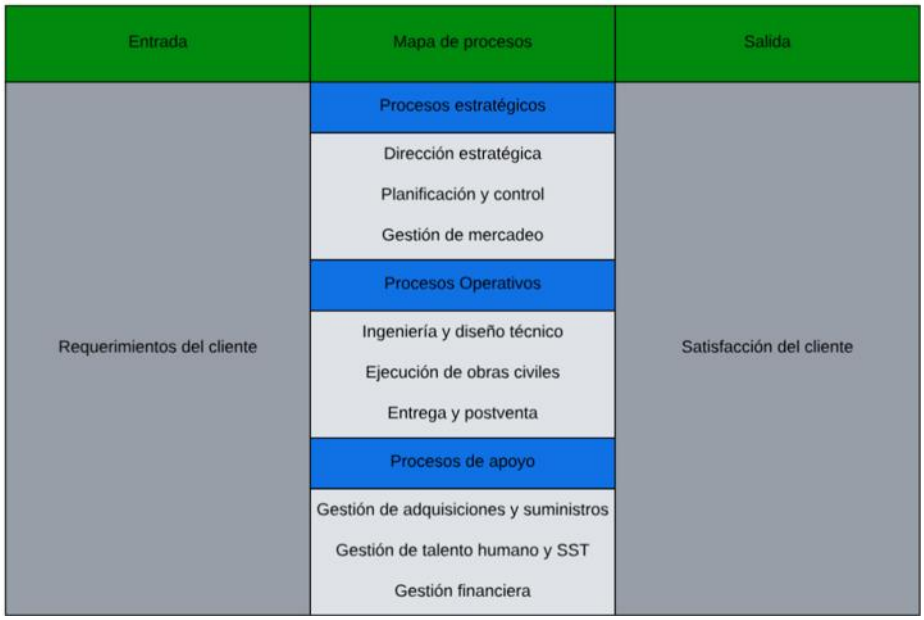


Figura 4. Mapa de procesos

Nota. Fuente: información obtenida y adaptada de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor.

3.5. Caracterización y Descripción de los Procesos Institucionales

Se describen los procesos de la empresa que se muestran en la Cadena de Valor (Figura 3) y el Mapa de Procesos (Figura 4), los cuales permiten la gestión y ejecución de sus proyectos.

TABLA I. *Procesos institucionales*

Nivel de proceso	Proceso	Descripción de actividad
Estratégico	Dirección estratégica	Define la visión, misión y políticas de calidad y seguridad de la empresa para asegurar la continuidad de la empresa.
	Planificación y control	Inspecciona la ejecución de cronogramas y la asignación adecuada de recursos.
	Gestión de mercadeo	Manejo del maketing y la culminación de los contratos de servicios residenciales y civiles.
Operativo	Ingeniería y diseño técnico	Proyecta los requerimientos de los clientes a planos, diseños técnicos y la valorización de costos de los proyectos.
	Ejecución de obras civiles	Ejecución de la construcción, la mampostería y acabados. Con supervisión previa.

	Entrega y postventa	Finalización del proyecto y entrega de documentación de garantías del proceso.
Apoyo	Gestión de adquisiciones y suministros	Se encarga de conseguir los materiales e insumos necesarios para los proyectos.
	Gestión de talento humano y SST	Maneja el pago de las nóminas del personal y la seguridad industrial del personal.
	Gestión financiera	Control de caja y pagos de proveedores.

Nota. Fuente: Elaboración propia.

3.6. Flujograma del Servicio Prestado por la Empresa

El flujograma del servicio que ofrece la empresa muestra las etapas involucradas en la atención y ejecución de un proyecto de construcción. Todo empieza con la solicitud del cliente, con el análisis de los requerimientos, la elaboración, aprobación de la propuesta, la planificación, la ejecución de la obra y la supervisión. Finalizando con la entrega del proyecto y el servicio postventa.

Esta representación facilita la visualización del flujo completo del servicio, ayuda a estandarizar las actividades y garantiza una gestión eficiente en cada fase del proyecto (Figura 5).

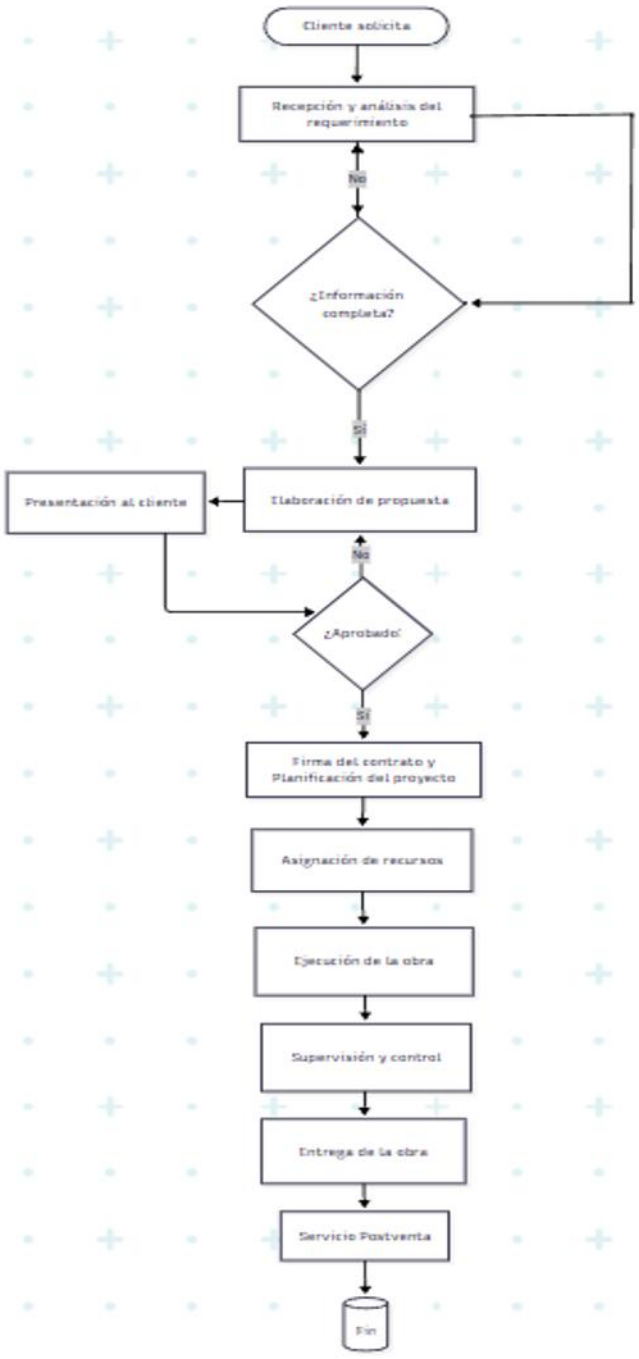


Figura 5. Flujograma del servicio de la empresa ECSIGMA S.A.S.

Nota. Fuente: información obtenida y adaptada de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor.

3.7. Recursos de la Empresa

Los recursos que tiene ECSIGMA S.A.S. son el talento humano, recursos tecnológicos y maquinaria de campo. La combinación de estos elementos garantiza que la empresa satisfaga las necesidades requeridas por el cliente.

3.7.1. Recursos Humanos

Son la base esencial para planificar, coordinar y llevar a cabo las actividades de construcción. El equipo está organizado en áreas administrativas, técnicas y operativas, lo que facilita un flujo de trabajo eficiente y una gestión óptima de los proyectos (TABLA II).

TABLA II. *Organigrama institucional*

Departamentos	**Número de trabajadores**
Proyecto	3
Compras	3
Mercadeo	1
Talento humano	2
Finanzas	2
Dirección de ingeniería	2
Empleados	13

Nota. Fuente: Elaboración propia

3.7.2. Recursos Tecnológicos

Los recursos tecnológicos son la base informática y de diseño que la empresa emplea para crear planos, hacer cálculos, gestionar documentos y mejorar los procesos administrativos. Estos

elementos aseguran una precisión técnica y una eficiencia operativa en cada proyecto, como puede observar en la (TABLA III).

TABLA III. *Recursos tecnológicos de la empresa*

Cantidad	Software y equipo informático
1	AutoCAD
1	Microsoft Office
2	Computadora de escritorio
1	Laptop
1	Impresora
2	Escritorio
2	silla de oficina
2	Estantería para archivo técnico

Nota. Fuente: Información obtenida de ECSIGMA S.A.S.

3.7.3. Maquinaria y Herramientas

Estos recursos son indispensables para ejecutar de manera segura y eficiente las actividades propias de la construcción. Estos equipos permiten cumplir los plazos establecidos, asegurar la calidad del trabajo y facilitar las tareas en campo, en la siguiente tabla se especifica los recursos antes mencionados (TABLA IV).

TABLA IV. *Maquinaria y herramientas de la empresa*

Cantidad	Equipos
3	Mezcladora de cemento

15	Andamios
3	Compresor
6	Moladora
4	Taladro inalámbrico 36V
2	Taladros de cable (13 mm)
2	Soldadora 110–220V
3	Pistola neumática de clavos
2	Pistola de aire 200W
3	Casco para soldar eléctrico
4	Pistola para pintar
1	Sierra de mesa industrial 5HP
2	Engrapadora neumática 60–100 psi
1	Tupi (router de carpintería)
-	Escuadra grande, alicates y herramientas manuales varias

Nota. Fuente: Información obtenida de ECSIGMA S.A.S.

3.8. Población Total

La población de estudio de la empresa ECSIGMA S.A.S. está conformada por un total de 13 trabajadores, quienes representan el 100 % de la población para la presente investigación. La

caracterización antropométrica y la descripción de las actividades del personal se detallan en las (TABLA V) y (TABLA VI).

TABLA V. *Actividades del personal operativo y administrativo*

Puesto	Descripción de Actividades	N° del personal
Director /Arquitecto	Supervisión técnica en campo y gestión administrativa en oficina.	2
Maestro de Obra	Coordinación directa de cuadrillas, lectura de planos y ejecución de tareas críticas como mampostería y acabados.	4
Ayudante de Obra	Ejecución de tareas de apoyo: preparación de mezclas, acarreo de materiales y limpieza de áreas.	7

Nota. Fuente: Información obtenida y adaptada de ECSIGMA S.A.S.

TABLA VI. *Caracterización antropométrica de los trabajadores*

Sujeto	Puesto de trabajo	Edad (años)	Estatura (m)	Peso (kg)	Género
1	Arquitecto	37	1,77	84	Masculino
2	Director	28	1,55	59	Femenino
3	Maestro de obra	65	1,65	63,5	Masculino
4	Maestro de obra	43	1,70	78	Masculino
5	Maestro de obra	51	1,75	78	Masculino

6	Maestro de obra	50	1,65	57	Masculino
7	Ayudante de obra	28	1,80	84	Masculino
8	Ayudante de obra	31	1,72	73	Masculino
9	Ayudante de obra	23	1,75	85	Masculino
10	Ayudante de obra	23	1,55	67	Femenino
11	Ayudante de obra	40	1,65	73	Masculino
12	Ayudante de obra	40	1,52	60	Masculino
13	Ayudante de obra	43	1,73	72	Masculino
	Total, de trabajadores				13

Nota. Fuente: Información obtenida y adaptada de ECSIGMA S.A.S.

3.9. Metodología

La investigación se llevó a cabo con un enfoque que permitió identificar, evaluar y estudiar los riesgos ergonómicos en los puestos de trabajo de la empresa. Se usaron herramientas y métodos reconocidos en ergonomía ocupacional.

3.10. Tipo de Investigación

La investigación se clasificó como descriptiva, documental, y también de campo, porque buscaba detallar las auténticas condiciones laborales, utilizando material bibliográfico existente y obteniendo datos directo, justo en el área de trabajo de la empresa.

3.10.1. Investigación Descriptiva

Se utilizo este método para describir con detalles la situación laboral y las posturas que adoptan los trabajadores en su jornada laboral. Consiguiendo localizar las tareas con riesgos ergonómico alto, sin alterar el proceso.

3.10.2. Investigación Documental

La investigación documental se empleó para respaldar teóricamente el estudio, a través de la revisión de normas técnicas, artículos científicos y documentos relacionados con la ergonomía física, la biometría postural y la evaluación de trastornos musculoesqueléticos.

3.10.3. Investigación de Campo

La investigación de campo se realizó directamente en los lugares de trabajo de la empresa ECSIGMA S.A.S., donde se llevaron a cabo encuestas, se hicieron observaciones directas y se tomó un registro fotográfico de las posturas que adoptan los trabajadores durante su jornada laboral.

3.11. Método de Investigación

Se utilizan los siguientes métodos que son cuantitativos y cualitativos con el fin de enfocar de la mejor manera el análisis de los valores obtenidos tanto numéricos como estadísticos, lo que permitirá establecer una valoración y clasificación de los riesgos.

3.11.1. Método Analítico

Se empleo este método para dividir las diferentes actividades laborales en posturas y movimientos específicos, lo que facilito estudiar de manera individual cada factor de riesgo ergonómico presente.

3.11.2. Método Descriptivo

Este método se utilizó para detallar los resultados obtenidos del Cuestionario Nórdico y de las evaluaciones posturales, lo que facilita la interpretación del nivel de riesgo ergonómico en cada puesto de trabajo.

3.11.3. Método Inductivo

El método inductivo nos permitió llegar a conclusiones generales a partir de la observación de casos específicos, especialmente entre los trabajadores operativos, donde se lograron identificar patrones comunes de riesgo ergonómico.

3.11.4. Método Cuantitativo

El enfoque cuantitativo se aplicó mediante el uso del Cuestionario Nórdico y la Norma ISO/TR 12295, los cuales permitieron obtener datos objetivos relacionados con la presencia de síntomas musculoesqueléticos y la identificación de factores de riesgo ergonómico en los diferentes puestos de trabajo.

A partir de los resultados obtenidos, se estableció la necesidad de aplicar normas específicas de evaluación ergonómica como ISO 11228-1, ISO 11228-2, ISO 11228-3 e ISO 11226, las cuales fueron recomendadas según el tipo de riesgo identificado, sin que todas ellas fueran aplicadas de manera instrumental dentro del presente estudio.

3.12. Métodos Para la Evaluación Ergonómica

La evaluación se realizó de manera secuencial, tomando como base los resultados del Cuestionario Nórdico y la aplicación de la norma ISO/TR 12295, lo que permitió identificar, clasificar y priorizar los factores de riesgo ergonómicos presentes en los diferentes puestos de trabajo.

En función de los resultados obtenidos mediante la ISO/TR 12295, se identificó la necesidad de aplicar normas específicas de evaluación ergonómica, como ISO 11228-1, ISO 11228-2, ISO 11228-3 e ISO 11226, las cuales fueron consideradas como criterios técnicos de referencia para el análisis y la formulación de recomendaciones preventivas.

3.12.1. Cuestionario Nórdico

El Cuestionario Nórdico de Kuorinka es una herramienta utilizada para identificar y evaluar los síntomas musculoesqueléticos en un entorno laboral. Su implementación tiene como finalidad determinar áreas con presencia de molestias o dolor en el personal en los últimos 12 meses, ejerciendo criterios técnicos para la priorización de los puestos sometidos a un estudio ergonómico.

Esta herramienta divide el cuerpo humano en nueve regiones específicas: cuello, hombros, codos, muñecas, manos, espalda alta, espalda baja, caderas, muslos, rodillas, tobillos y pies. Su estructura de divide en dos secciones principales:

- **Análisis general:** Identifica cuales fueron los síntomas en las regiones mencionadas durante el último año.
- **Análisis específico:** Estudia las partes afectadas que impiden la realización de actividades o que han requerido atención médica.

La aplicación de esta herramienta consta de una entrevista individual. Los datos obtenidos permiten establecer un perfil epidemiológico inicial del personal, ayudando la conexión entre la carga física y la percepción de fatiga o daño musculoesquelético del trabajador.

El formato detallado con las preguntas y el diagrama anatómico utilizado para este levantamiento de información se puede apreciar en el ANEXO I del presente documento.

3.13. Especificaciones de las Normas ISO Aplicadas

3.13.1. ISO/TR 12295: 2014 Guía de Aplicación y Cribado Inicial

Su aplicación consto de localizar la presencia de peligros ergonómicos en tareas como la preparación de mezcla o mampostería. Dependiendo del resultado se toma acciones diferentes y se clasifican así:

- Zona verde: Riesgo aceptable, no requiere acciones.
- Zona amarilla: Riesgo incierto, requiere vigilancia.
- Zona roja: Peligro Crítico que obliga técnicamente a realizar una evaluación profunda con métodos específicos.

3.13.2. ISO 11228-1 Levantamiento y Transporte Manual de Cargas

Se aplicó para implantar límites de seguridad en el manejo de materiales y bultos. Se requiere medir la masa real de la carga, con los factores de distancia, altura y frecuencia para obtener el Índice de Levantamiento que sobrepase el 1.0 tiene una tarea de riesgo lumbar. El procedimiento de cálculo se detalla en el ANEXO L.

3.13.3. ISO 11228-2 Empuje y Tracción Manual

Está enfocada en evaluar los esfuerzos musculares para desplazar equipos como la carretilla. Se aplica midiendo o estimando la fuerza inicial y la sostenida, mediante un software se verifica para cumplir los límites biomecánicos para evitar sobrecargas osteomusculares. Los datos se encuentran en el ANEXO M.

3.13.4. ISO 11228-3 / OCRA Check-list: Movimientos Repetitivos

Su aplicación consiste en revelar los riesgos en extremidades superiores debido a una alta frecuencia de acciones. La metodología otorga puntajes a cinco factores: frecuencia, fuerza, posturas forzadas, falta de recuperación y duración, para obtener el nivel de urgencia de la intervención. Estos datos se pueden observar en el ANEXO K.

3.13.5. ISO 11226: Evaluación de Posturas de Trabajo Estáticas

La aplicación se centró en las posturas adoptadas por un tiempo prolongado estudiadas mediante biometría y fotogrametría digital. La toma de datos consiste en captar y medir los ángulos articulares de cuello, tronco y extremidades para determinar si la desviación postural supera los límites de neutralidad y el tiempo máximo de mantenimiento recomendado. Estos datos se presentan en el ANEXO J.

3.14. Instrumentos

Para el desarrollo de la presente investigación y el levantamiento de datos en la empresa ECSIGMA S.A.S., se emplearon los siguientes instrumentos:

- **Cámara Fotográfica y de Video:** Utilizada para el registro de las posturas de los trabajadores en las obras, facilitando la captura de fotogramas para el posterior análisis biométrico
- **Computador portátil:** Empleado para la redacción de la tesis, la tabulación de datos y la aplicación de los métodos de evaluación ergonómica
- **Software Kinovea:** Herramienta de libre acceso utilizada para la medición de los ángulos de flexión y extensión de los segmentos corporales en las fotografías obtenidas
- **Software ErgoSoft Pro-0.5:** Programa especializado que permitió el cálculo automático de los índices de riesgo (LI, IE, OCRA) basados en las normas ISO aplicadas

- **Cuestionario Nórdico de Kuorinka:** Formato físico utilizado para recolectar la percepción de dolor y molestias musculoesqueléticas de los 13 trabajadores de la muestra
- **Materiales de Oficina:** Uso de libretas de campo, esferográficos y formularios impresos para las anotaciones de las observaciones directas en los frentes de obra
- **Equipo de Protección Personal (EPP):** Casco, chaleco y calzado de seguridad, necesarios para realizar las observaciones y tomas fotográficas dentro de las áreas operativas de la constructora

CAPÍTULO IV

4.1. Cuestionario Nórdico

Se presentan los resultados obtenidos tras aplicar el Cuestionario Nórdico a los trabajadores de la empresa ECSIGMA S.A.S. Se analizaron los datos para identificar la presencia de molestias musculoesqueléticas, su relación con las condiciones laborales y los puestos de trabajo evaluados. Los resultados se muestran a través de figuras detalladas para su análisis.

4.2. Caracterización de la Población Estudiada

La población de estudio se conforma por 13 trabajadores, distribuidos en cargos administrativos y operativos. Se registraron variables antropométricas básicas como edad, estatura y peso, con el fin de caracterizar a la población y apoyar el posterior análisis ergonómico por puesto de trabajo.

En la Figura 6 se muestra cómo se distribuye la población de estudio según el género de los trabajadores evaluados. Se puede notar un claro predominio del género masculino, que representa el 85 % del total de la muestra, mientras que el 15 % corresponde al género femenino.

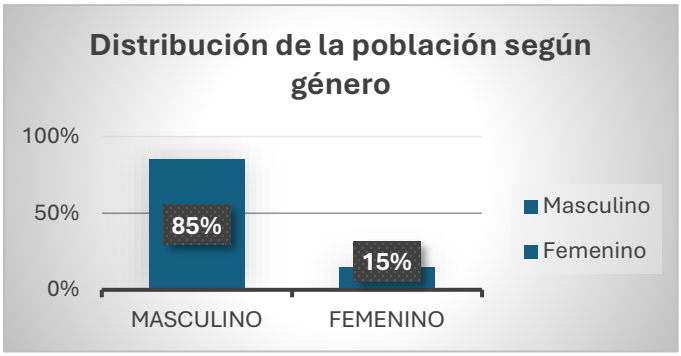


Figura 6. Distribución de la población evaluada según el género

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor.

En la Figura 7, se presenta la distribución de los trabajadores según el puesto de trabajo. El puesto de ayudante de obra con un 54 % del personal, maestros de obra con un 31 %, arquitecto y director cada uno con un 8 %.

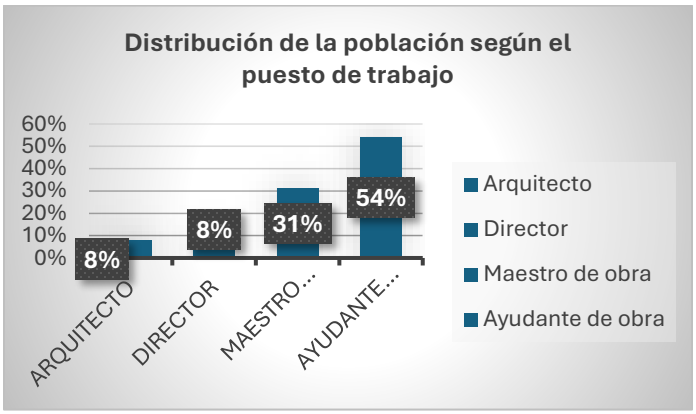


Figura 7. Distribución de los trabajadores según el puesto de trabajo que ocupan

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor.

En la Figura 8, se presenta la distribución de los trabajadores según su rango de edad. Se observa que la mayor parte de la población se encuentra entre los 20 y 30 años, representando un 31 %. Le siguen los grupos de 31 a 40 años y de 41 a 50 años, cada uno con un 23 %. Los rangos de 51 a 60 años y los mayores de 60 años tienen una representación menor.

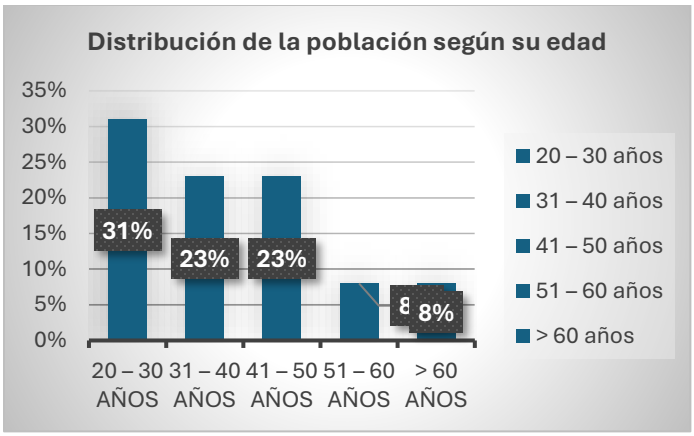


Figura 8. Distribución de los trabajadores según su rango de edad

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor.

En la Figura 9, se presenta la distribución de los trabajadores según su estatura. La mayoría de los trabajadores 46 % se encuentra en el rango de 1,70 a 1,79 m. Le siguen los grupos de 1,50 a 1,59 m y de 1,60 a 1,69 m, cada uno representando el 23 %.

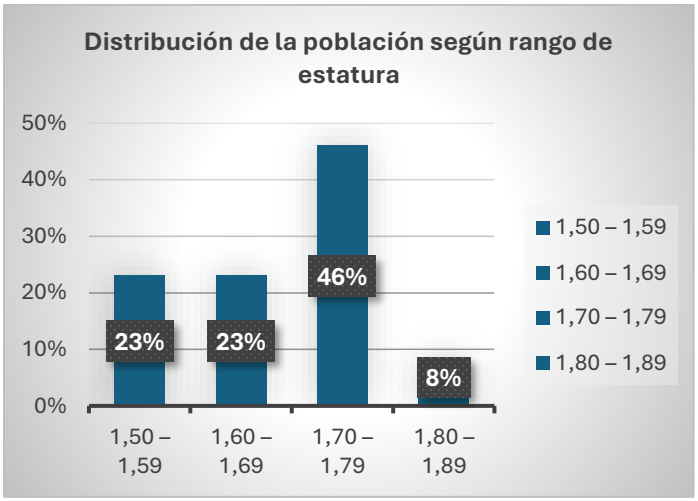


Figura 9. Distribución de los trabajadores según su rango de estatura

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor.

En la Figura 10, se presenta la distribución de los trabajadores según su rango de peso corporal. Se puede notar que hay una distribución bastante uniforme en los rangos de 55 a 64 kg, 65 a 74 kg y 75 a 84 kg, con cada uno representando el 31 % de la población. Por otro lado, un 8 % de los trabajadores tiene un peso igual o superior a 85 kg.

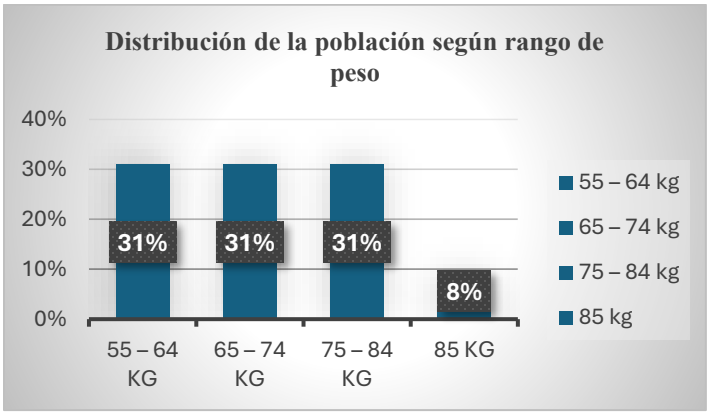


Figura 10. Distribución de los trabajadores según su rango de peso corporal

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

4.3. Hábitos y Antecedentes Físicos de los Trabajadores

Esta sección explora los hábitos de los trabajadores evaluados. El análisis se centrará en su actividad física: qué tipo de ejercicio realizan, con qué frecuencia lo hacen y si han sufrido lesiones relacionadas con la actividad física fuera del trabajo. Esta información es clave para identificar factores externos que podrían estar contribuyendo a molestias musculoesqueléticas.

En la Figura 11, se detalla a los trabajadores según su nivel de actividad física. Se nota que el 92 % de la población evaluada realiza algún tipo de ejercicio, mientras que solo un 8 % no. Estos datos evidencian un predominio de hábitos físicamente activos en la población evaluada, incluso fuera del entorno laboral.

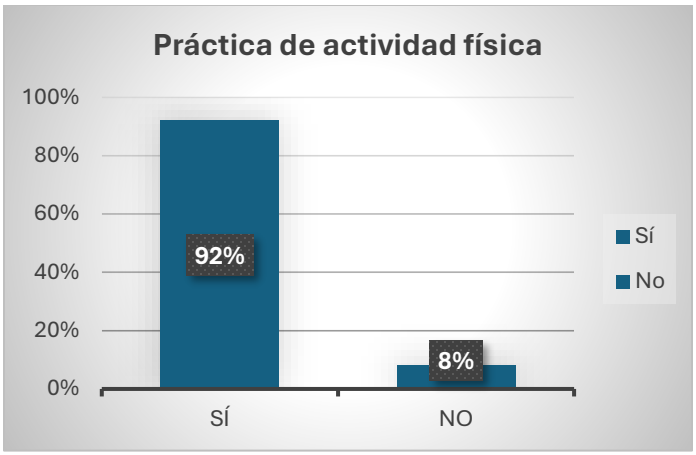


Figura 11. Nivel de práctica de actividad física de los trabajadores fuera del entorno laboral

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

En la Figura 12, presenta los diferentes tipos de actividad física que realizan los trabajadores. Se observa que el fútbol es la actividad más popular, con un 33 %, seguido de cerca por el ciclismo, que alcanza un 25 %. Otras actividades, como ir al gimnasio, jugar ecua vóley y trotar, tienen una participación menor. Estas actividades requieren distintos niveles de esfuerzo físico, lo que podría afectar la salud musculoesquelética de los trabajadores.

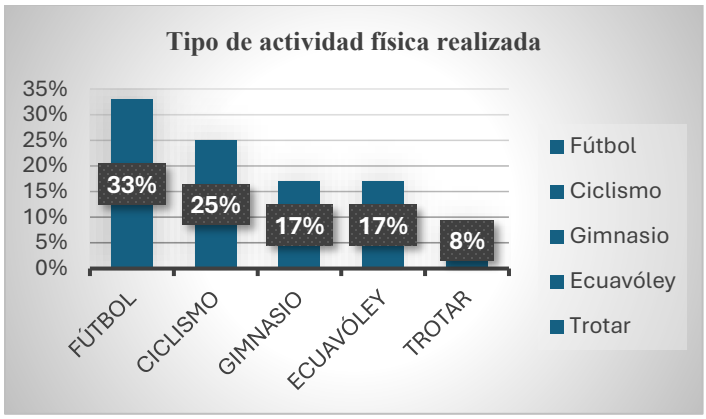


Figura 12. Tipos de actividad física y deportes que realizan los trabajadores

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

En la Figura 13, presenta con qué frecuencia los trabajadores se dedican a la actividad física. La mayoría siendo el 75 % de ellos hace ejercicio semanalmente, mientras que un 17 % lo hace mensualmente y solo un 8 % se ejercita a diario.

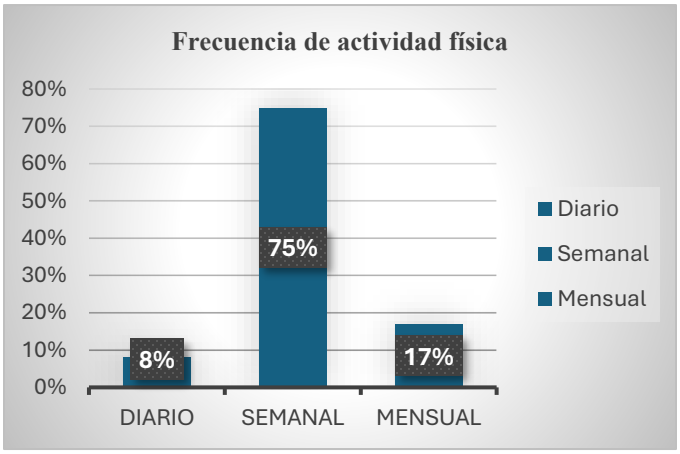


Figura 13. Frecuencia con la que los trabajadores practican actividad física

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

En Figura 14, presenta la cantidad de lesiones que están relacionadas con la actividad física realizada fuera del entorno laboral. Se observa que el 33 % de los trabajadores que se ejercitan han experimentado algún tipo de lesión, mientras que el 67 % no ha reportado ninguna lesión asociada.

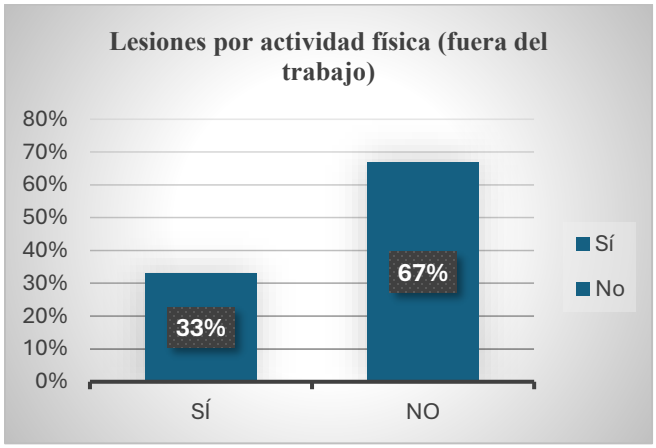


Figura 14. Cantidad de lesiones experimentadas por actividad física fuera del trabajo

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

Los resultados indican que la mayoría de los trabajadores se mantiene activa físicamente de forma regular, con una clara tendencia hacia la práctica semanal. Sin embargo, se encontró que un 33% de los trabajadores tiene antecedentes de lesiones fuera del trabajo, siendo la tendinitis la más común. Este dato es un aspecto importante a tener en cuenta para el análisis ergonómico que se realizará más adelante.

4.4. Condición Actual y Presencia de Molestias Musculoesqueléticas

Esta sección indica una visión sobre la situación actual de los trabajadores en relación con las molestias musculoesqueléticas. Se tienen en cuenta aspectos como la postura principal en la que trabajan, el tiempo que pasan en esa posición, la aparición de dolor o incomodidad, así como las causas, la duración de estos síntomas y cómo afectan su rendimiento laboral.

En la Figura 15, presenta la postura principal que adoptan los trabajadores a lo largo de su jornada laboral. Se puede notar que la gran mayoría realiza sus tareas de pie, lo que indica una

exigencia postural prolongada, especialmente en trabajos operativos. Esta situación puede aumentar el riesgo de sobrecarga física, particularmente en las extremidades inferiores y la zona lumbar.

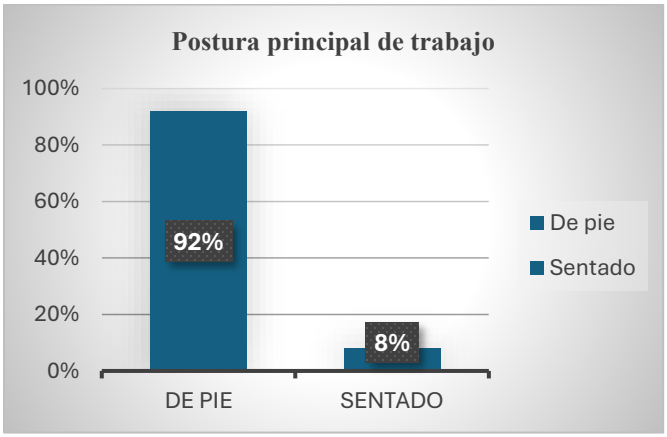


Figura 15. Postura principal adoptada por los trabajadores durante la jornada laboral

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

En la Figura 16, se presenta el tiempo que los trabajadores pasan en su postura principal a lo largo de la jornada laboral. Los resultados muestran que más de la mitad de los evaluados mantiene esta postura durante períodos prolongados, superando las cuatro horas, lo que representa un factor de riesgo significativo para el desarrollo de molestias musculoesqueléticas debido a la carga estática y la fatiga postural.

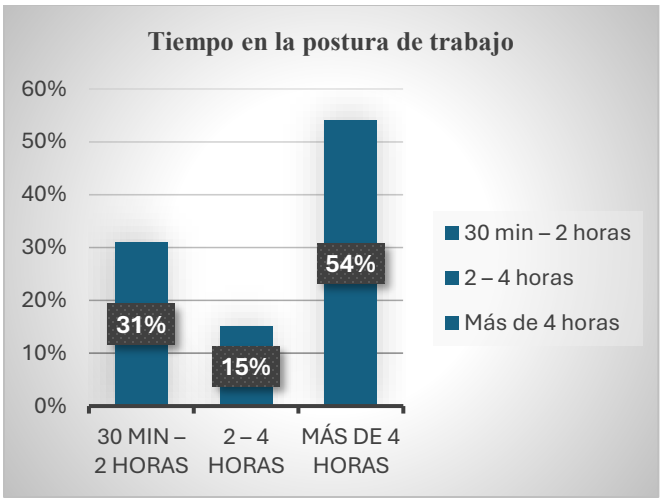


Figura 16. Tiempo de permanencia de los trabajadores en su postura principal de trabajo

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

En la Figura 17, muestra la cantidad de dolor o molestias musculoesqueléticas que han reportado los trabajadores. Se observa que una parte considerable de ellos ha experimentado algún tipo de malestar, lo que sugiere que podría haber una conexión entre las condiciones laborales y la aparición de síntomas musculoesqueléticos.

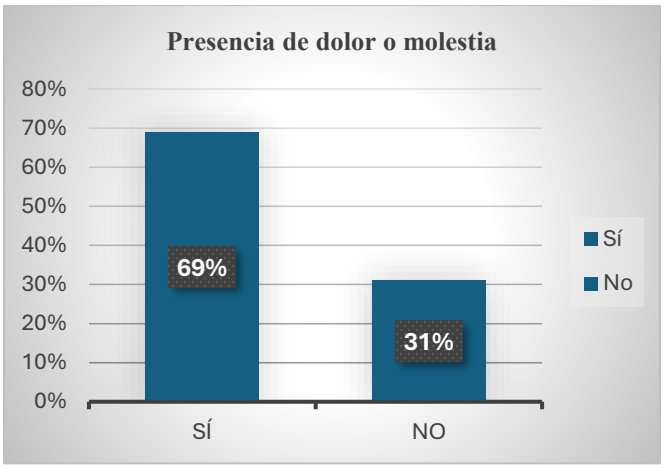


Figura 17. Prevalencia de dolor o molestias musculoesqueléticas reportadas por el personal

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

En la Figura 18, se examina cómo las molestias musculoesqueléticas pueden influir en el desempeño laboral de aquellos trabajadores que han reportado dolor. Los resultados indican que una parte significativa de estos trabajadores siente que el dolor interfiere con sus actividades diarias, lo que podría tener un efecto negativo en su productividad y en la calidad de su trabajo.

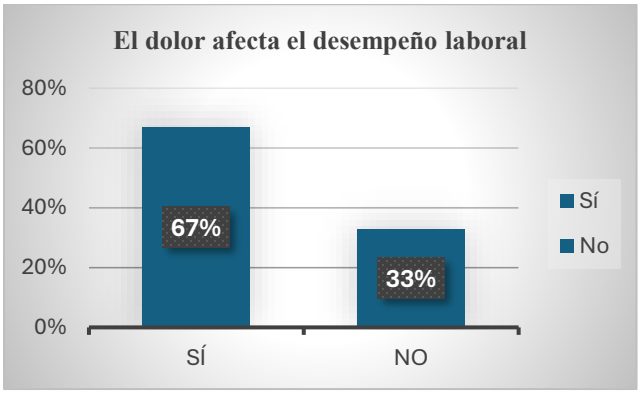


Figura 18. Incidencia del dolor o molestias en el desempeño laboral diario de los trabajadores

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

En la Figura 19, muestra el momento en que los trabajadores comienzan a sentir molestias musculoesqueléticas. Se puede notar que la mayoría de los casos reportan la aparición del dolor al final de la jornada laboral, lo que sugiere que la fatiga física se acumula a lo largo del día de trabajo.

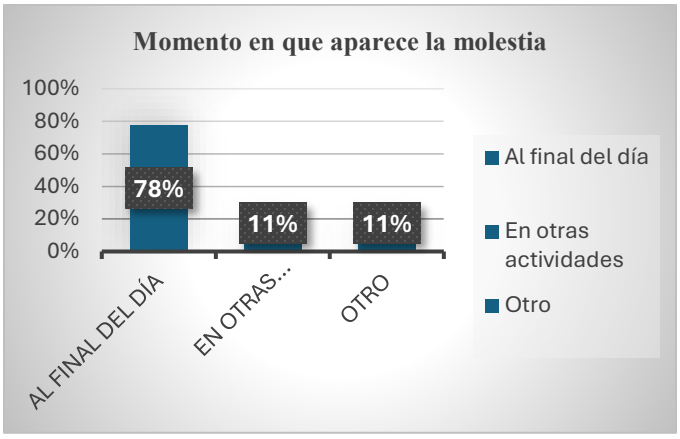


Figura 19. Momento de la jornada laboral en el que se manifiesta el dolor o molestia corporal

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

En la Figura 20, se muestra el tipo de molestias musculoesqueléticas que han reportado los trabajadores. Se observa que predominan las molestias puntuales, lo que sugiere que hay dolores localizados, probablemente relacionados con esfuerzos específicos o posturas mantenidas a lo largo de la jornada laboral.

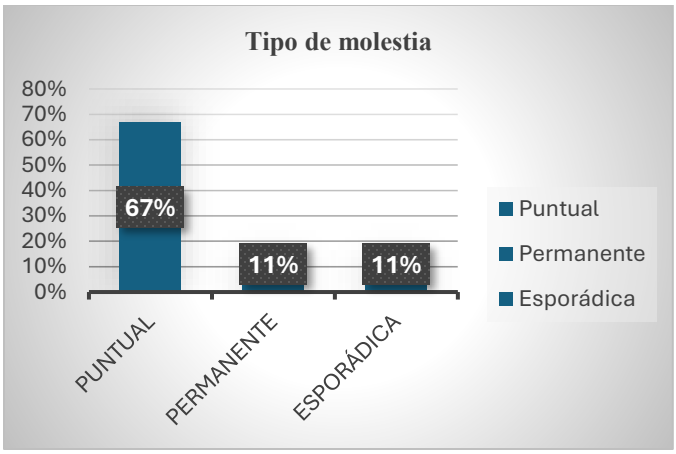


Figura 20. Tipos de molestias musculoesqueléticas identificadas en la población de estudio

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico aplicado al personal de ECSIGMA S.A.S. Elaboración del autor

4.5. Zonas Corporales Afectadas

En esta sección se refleja las áreas del cuerpo donde los trabajadores han reportado molestias musculoesqueléticas, basándonos en la frecuencia de aparición que se indica en el Cuestionario Nórdico. Este análisis nos ayuda a identificar las partes del cuerpo que más se ven afectadas y con qué frecuencia, esto ayuda a entender cómo las condiciones laborales impactan sobre la salud musculoesquelética de los trabajadores evaluados.

En la Tabla VII se observa la distribución de las molestias musculoesqueléticas por zona corporal, teniendo en cuenta su frecuencia de aparición clasificada como a veces, a menudo y muy a menudo. La parte de la zona lumbar es la más afectada, con un total de 9 trabajadores, seguida por la muñeca derecha, que presenta molestias en 7 trabajadores, y la rodilla derecha, con 5 casos reportados. También se identifican molestias en el hombro derecho, brazo derecho y zona dorsal. Estos resultados tienen una relación directa entre las exigencias físicas del trabajo, las posturas adoptadas y la repetitividad de movimientos.

TABLA VII. *Distribución de molestias musculoesqueléticas por zona corporal*

Zona corporal	A veces	A menudo	Muy a menudo	Total, de trabajadores
Cuello	1	0	2	3
Hombro izquierdo	0	0	0	0
Hombro derecho	2	2	0	4
Brazo izquierdo	0	0	1	1
Brazo derecho	1	2	1	4
Codo izquierdo	0	0	0	0
Codo derecho	1	1	0	2
Antebrazo izquierdo	0	0	0	0
Antebrazo derecho	0	0	0	0
Muñeca izquierda	0	0	0	0
Muñeca derecha	3	2	2	7
Mano izquierda	1	0	0	1
Mano derecha	2	1	0	3
Zona dorsal	3	0	1	4
Zona lumbar	5	2	2	9
Cadera	2	0	1	3
Muslo izquierdo	1	0	0	1

Muslo derecho	0	0	0	0
Rodilla izquierda	0	0	0	0
Rodilla derecha	5	0	0	5
Pierna izquierda	1	0	0	1
Pierna derecha	1	0	0	1
Pie / tobillo izquierdo	1	1	0	2
Pie / tobillo derecho	2	1	0	3

Nota. Fuente: Cuestionario Nórdico de Kuorinka aplicado al personal de la empresa ECSIGMA S.A.S.

4.6. Síntesis de Resultados del Cuestionario Nórdico

La aplicación del Cuestionario Nórdico ha permitido detectar la presencia de molestias musculoesqueléticas en una parte significativa de los trabajadores evaluados. Los resultados muestran que el 92% del personal permanece de pie durante largos períodos de tiempo mientras desarrolla sus funciones, a menudo más de cuatro horas seguidas, incrementando la carga física sobre su sistema musculoesquelético.

El 69 % de los trabajadores declararon que tienen algún tipo de dolor o molestia, afectando a su rendimiento laboral, específicamente al final de la jornada laboral. En cuanto la índole de las molestias es puntuales la más habituales, también existen casos de molestias permanentes, lo que supone un riesgo ergonómico importante.

Las zonas del cuerpo afectadas más frecuentes son en la parte lumbar, seguidos de la muñeca derecha y la rodilla derecha relacionada con la manipulación manual de cargas, posturas y repetitividad.

4.7. Identificación de los Riesgos Ergonómicos Mediante la ISO/TR 12295

La norma ISO/TR 12295 se utilizó como una metodología para identificar de forma inicial los riesgos ergonómicos en la empresa constructora, lo que permitió analizar las condiciones laborales relacionadas con posturas, movimientos y la manipulación manual de cargas. Gracias a su aplicación, facilitando la priorización de los factores de riesgo ergonómico existentes en las tareas evaluadas.

4.7.1. Aplicación de la Metodología ISO/TR 12295

Se utilizo el software de Ergosoft Pro 5 para la aplicación de esta norma, evaluando las tareas críticas de cada puesto de trabajo. Los resultados se clasifican conforme con la estructura propuesta por la norma:

- Código Verde: Aceptable
- Código Azul: Incierta
- Código Rojo: Crítica

TABLA VIII. *Clasificación de factores de riesgo por puesto y tarea según ISO/TR 12295*

Puesto de trabajo	Tarea evaluada	Levantamiento	Transporte	Empuje y tracción	Mov. repetitivos	Posturas estáticas
Arquitecto	Supervisión de obra en campo	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Incierta
Director	Trabajo administrativo en oficina	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Crítica	Incierta
	Pintura de estructura	Incierta	Incierta	Incierta	Crítica	Incierta

	metálica en altura.					
Maestro de obra	Colocación de cerámica en pared y piso	Incierta	Incierta	Incierta	Crítica	Incierta
	Estucado manual de pared	Incierta	Incierta	Incierta	Crítica	Incierta
Ayudante de obra	Preparación de mezcla de concreto	Crítica	Crítica	Crítica	Incierta	Incierta
	Preparación manual de mortero	Crítica	Incierta	Crítica	Crítica	Incierta
	Transporte de material en carretilla	Crítica	Crítica	Crítica	Incierta	Incierta

Nota. Resultados de priorización obtenidos mediante el software ErgoSoft Pro 5 aplicando el cribado de la norma ISO/TR 12295.

Tras analizar los datos recolectados mediante la ISO/TR 12295, se realizó una representación gráfica de la distribución de los niveles de riesgo ergonómico por puesto de trabajo, lo que permitió identificar la presencia de condiciones aceptables, inciertas y críticas en las tareas evaluadas (Figura 21). Se fijaron normativas técnicas específicas para profundizar la evaluación ergonómica mediante análisis biomecánicos y posturales, las cuales se resumen en la TABLA IX.

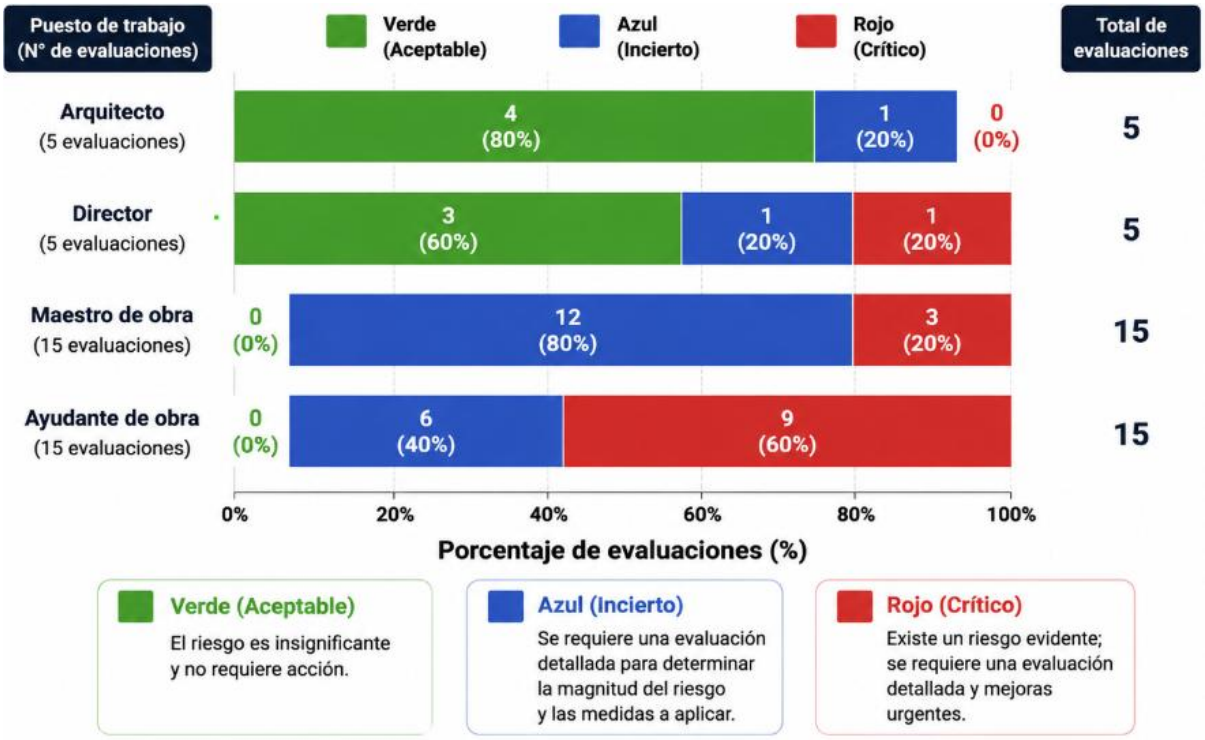


Figura 21. Distribución de niveles de riesgo ergonómico según ISO/TR 12295 por puesto de trabajo evaluado.

Nota. Fuente: Elaboración propia

TABLA IX. *Normas ISO específicas a aplicar según resultados obtenidos*

Puestos	ISO 11226	ISO 11228-1	ISO 11228-2	ISO 11228-3 / OCRA Check-list
Arquitecto	X			
Director	X			X
Maestro de obra	X	X	X	X
Ayudante de obra	X	X	X	X

Nota. Fuente: Evaluación ergonómica en ECSIGMA S.A.S.

4.8. Diagnóstico Cinemático de Biometría Postural

Mediante la fotogrametría digital en Kinovea, se midieron las desviaciones articulares críticas en los trabajadores. A continuación, se sintetizan los hallazgos cinemáticos, comparándolos con los límites establecidos por la ISO 11226:

- **Puesto Administrativo (director/Arquitecto):** Se observó una flexión cervical que varía entre 29° y 63°, además de una cifosis funcional debido a la posición de la laptop por debajo del plano visual. Esto supera los rangos de neutralidad en las diferentes partes afectadas.
- **Maestro de Obra:** Los resultados reflejaron que se tiene una flexión de hombro de 116° y una apertura fémoro-lumbar que va de 131° a 172°. Estas posturas aumentan el torque glenohumeral y la fatiga isquémica por esa razón es elevado el riesgo crítico identificado en ERGOsoft Pro.
- **Ayudante de Obra:** Los resultados señalan una flexión de tronco de 37° a 53°, una flexión cervical de 82° y una elevación de la extremidad superior de 156°. Indicando que estos valores generan una hiperlordosis compensatoria y una compresión axial, superando los niveles recomendados para el manejo de materiales.

Al utilizar la ISO/TR 12295 y fotogrametría en Kinovea se conoció que todos los puestos evaluados trabajan en niveles de riesgo no aceptables. Los ángulos críticos, como la flexión cervical de 82° y la del hombro superior a 116°, esto confirma la presencia de una sobrecarga biomecánica. Estos datos revelan la importancia de implementar medidas correctivas.

4.9. Aplicación de la ISO 11226

Esta normativa requirió ser aplicada en todos los puestos de trabajo, para evaluar la aceptabilidad de las posturas estáticas. La recolección de datos analizó los ángulos articulares en diferentes tareas.

4.9.1. Resultados de la ISO 11226

Los resultados de la evaluación biométrica detallada se resumen en la TABLA X, que muestra la aceptabilidad de las posturas por segmento corporal. Como se puede observar, la totalidad de los puestos evaluados presentan una prevalencia crítica de posiciones (No recomendadas):

- **Arquitecto y director:** El arquitecto presenta la bipedestación continua en campo afectando a los hombros y cabeza. El director por su trabajo de oficina pasa sentado la mayor parte de la jornada laboral generando flexiones de tronco no recomendadas.
- **Ayudante de Obra:** En las tres tareas analizadas de mezcla de concreto, preparación de mortero y transporte en carretilla indica no recomendado. Los segmentos corporales evaluados están fuera de los rangos de neutralidad.
- **Maestro de Obra:** Las actividades estudiadas de colocación de cerámica, estucado y pintura en altura son no recomendado, a causa de posturas inestables y elevación de los brazos por encima del nivel del hombro.

TABLA X. *Evaluación de aceptabilidad postural por segmento corporal según ISO 11226*

Segmento corporal	Arquitecto	Director	Maestro de obra	Ayudante de obra
Tronco	Aceptable	No recomendado	No recomendado	No recomendado
Cabeza	No recomendado	No recomendado	No recomendado	No recomendado
Hombros / Brazos	No recomendado	No recomendado	No recomendado	No recomendado
Piernas	No recomendado	Aceptable	No recomendado	No recomendado

Nota. Fuente: Evaluación ergonómica en ECSIGMA S.A.S.

4.10. Aplicación de la ISO 11228-1

Se aplicó este método en los puestos de trabajo de maestro de obra y ayudante de obra, para determinar el Índice de Levantamiento (LI) en tareas que implican el manejo de materiales. El LI estima el riesgo comparando el peso de la carga real frente al peso límite recomendado (RWL).

4.10.1. Resultados de la ISO 11228-1

Los resultados obtenidos tras el procesamiento de datos en el software ErgoSoft Pro 5 se sintetizan en la Figura 22, donde se comparan los Índices de Levantamiento (LI) frente al límite de seguridad normativo (LI=1.0). Se evidencia que la totalidad de las tareas evaluadas operan bajo condiciones de riesgo biomecánico, donde se puede ver:

- **Ayudante de Obra:** Se trata del puesto con mayor vulnerabilidad, como se puede observar en el pico de la Figura 8. En la preparación de mezcla de concreto se obtuvo un LI de 7.59 y en mortero un LI de 4.6, valores que triplican y cuadruplican, respectivamente, el límite de seguridad.

- **Maestro de Obra:** Sus barras son menores, pero todas están por encima de la línea roja de seguridad. Los trabajos de cerámica, estucado y pintura tienen un riesgo moderado (IL ≈ 1.2), por lo que necesitan vigilancia médica.

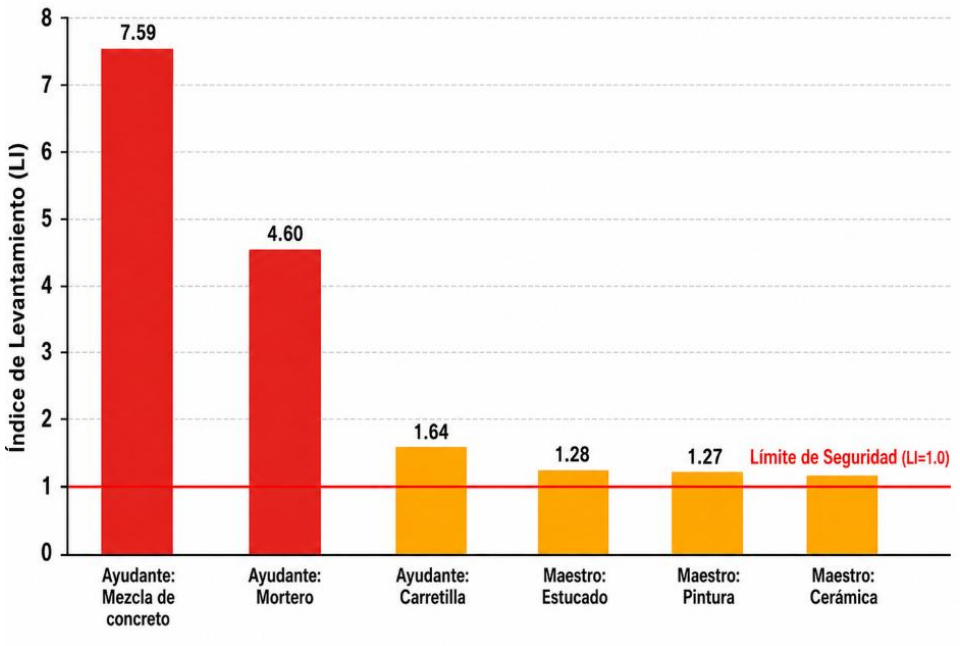


Figura 22. Comparativa del índice de levantamiento (LI) por tarea según la ISO 11228-1

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de ErgoSoft Pro 5

4.11. Aplicación de la ISO 11228-2

Se aplicó en el puesto de trabajo de maestro de obra y ayudante de obra para evaluar los esfuerzos musculares necesarios para vencer la inercia y mantener el movimiento de materiales en los frentes de obra.

4.11.1. Resultados de la ISO 11228-2

La medición de las fuerzas de empuje y tracción permitió determinar la fuerza necesaria para la manipulación de materiales. En la Figura 23. Se comparan esos niveles de fuerza haciendo énfasis en los que sobrepasan los límites biomecánicos recomendados:

- **Ayudante de Obra:** Como se observa en la Figura 9, este puesto presenta niveles de riesgo Altos y Muy Altos en la preparación de mezcla y mortero, con índices de hasta 1.6. Esto confirma que el esfuerzo requerido para vencer la inercia de los materiales supera la capacidad física normal del trabajador.
- **Maestro de Obra:** Sus resultados se mantienen en la zona verde del gráfico (Riesgo Inapreciable), indicando que sus tareas de acabado no exigen esfuerzos de empuje significativos.

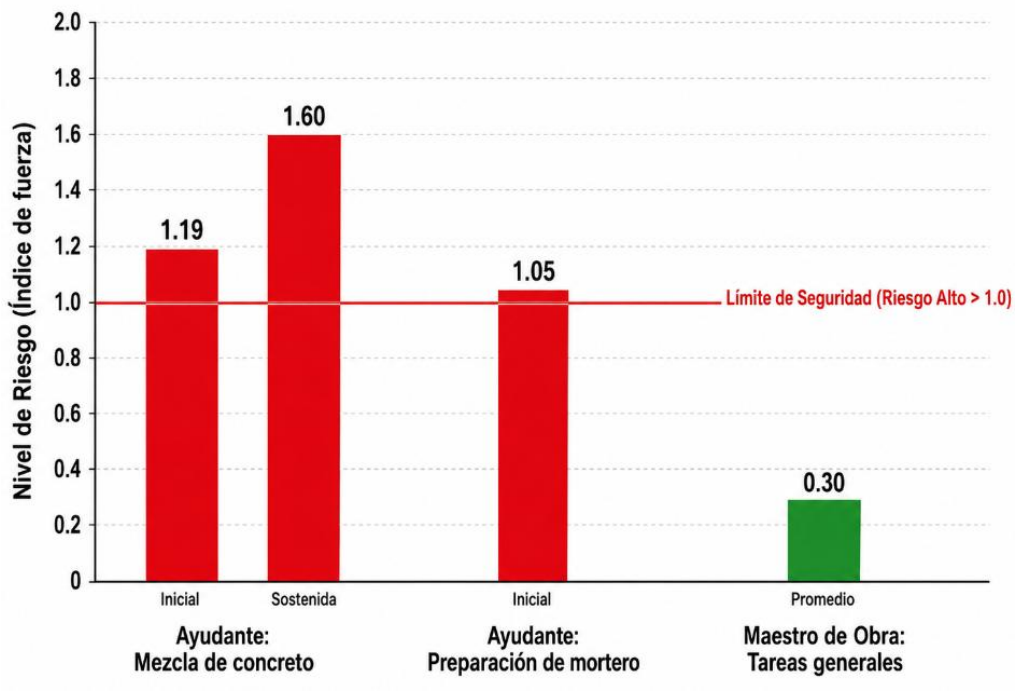


Figura 23. Evaluación de niveles de riesgo por empuje y tracción según la ISO 11228-2.

Nota. Fuente: Elaboración propia basada en las mediciones de fuerza inicial y sostenida en ErgoSoft Pro 5.

4.12. Aplicación de OCRA Checklist - ISO 11228-3

Se utilizó el Índice Check List OCRA en los puestos de trabajo de ayudante de obra, director y maestro de obra, para cuantificar el riesgo por alta frecuencia de acciones técnicas en extremidades superiores, analizando factores de recuperación, fuerza y postura.

4.12.1. Resultados de OCRA Checklist - ISO 11228-3

La evaluación de la repetitividad mediante el método OCRA permitió cuantificar la sobrecarga en las extremidades superiores. Como se visualiza en la Figura 24. La totalidad de las tareas analizadas superan el umbral de riesgo (Inaceptable Alto), lo que evidencia una falta crítica de periodos de recuperación muscular esto se puede apreciar en:

- **Ayudante de Obra:** Presenta los niveles más graves de la prueba, resaltando el transporte con carretilla (IE 48.72), donde la frecuencia de acciones técnicas se duplica del límite aceptable.
- **Director y Maestro:** El gráfico confirma que incluso en trabajos administrativos y de acabados, la exposición es inaceptable (IE > 22,5), por lo que se justifica la implementación obligatoria de pausas activas cada 2 horas.

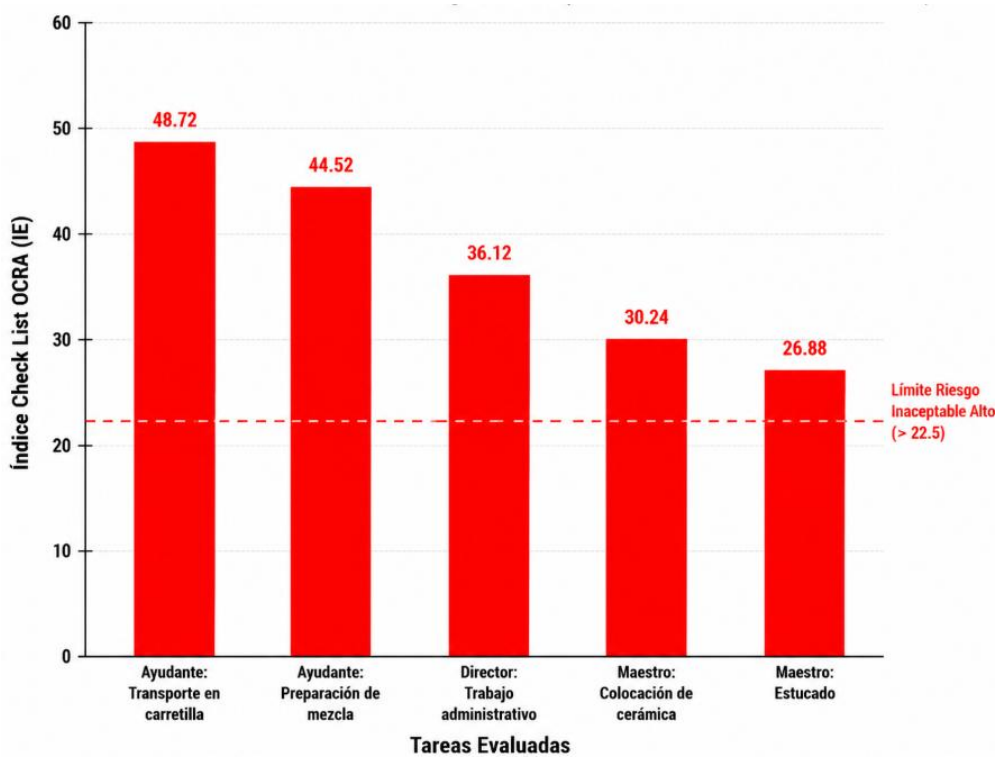


Figura 24. Evaluación de niveles de riesgo por movimientos repetitivos según la ISO 11228-3

Nota. Fuente: Elaboración propia basada en el software ErgoSoft Pro 5 y la norma ISO 11228-3.

4.13. Matriz de Priorización de Riesgos Ergonómicos

Tras la evaluación detallada de los puestos de trabajo conforme a las normativas ISO 11226 e ISO 11228 (1, 2 y 3), se procede a jerarquizar los hallazgos críticos. La Matriz de Priorización de Riesgos constituye una herramienta estratégica de decisión que permite identificar aquellas tareas donde la probabilidad de daño musculoesquelético es inminente debido a la magnitud de los índices calculados por el software ERGOsoft Pro, como se puede ver en la TABLA XI.

TABLA XI. *Matriz de priorización de riesgos ergonómicos de la empresa*

Prioridad	Puesto de trabajo	Tarea crítica	Norma aplicada	Resultado técnico	Nivel de riesgo	Justificación técnica
Extrema	Ayudante de obra	Preparación de mezcla de concreto	ISO 11228-1	LI = 7.59	Muy importante	Riesgo lumbar severo. Supera ampliamente el límite recomendado (LI > 3). Probabilidad alta de lesión aguda.
	Ayudante de obra	Preparación manual de mortero	ISO 11228-1	LI = 4.6	Muy importante	Manipulación de carga fuera de parámetros seguros. Exposición repetitiva y sobrecarga lumbar.
Alta	Ayudante de obra	Transporte en carretilla	OCRA Checklist	IE = 48.72	Inaceptable Alto	Movimientos repetitivos de alta frecuencia con carga. Riesgo

						elevado en ambos miembros superiores.
	Director	Trabajo administrativo	OCRA Checklist	IE = 31.08 – 36.12	Inaceptable Alto	Alta repetitividad y postura estática prolongada. Riesgo acumulativo en extremidades superiores.
Moderada	Maestro de obra	Estucado en altura	ISO 11226	No recomendado	Riesgo postural significativo	Elevación prolongada de brazos y flexión cervical. Exposición sostenida.
	Maestro de obra	Pintura en altura	ISO 11226	No recomendado	Riesgo postural significativo	Postura inestable y sobrecarga en hombros.
	Maestro de obra	Colocación de cerámica	ISO 11228-1	LI ≈ 1.2 – 1.28	Moderado	Riesgo controlable, pero requiere mejoras preventivas.
Baja	Arquitecto	Supervisión en campo	ISO 11226	No recomendado	Moderado	Postura estática prolongada con inclinación cervical. Exposición

	menor que puestos operativos.

Nota. Fuente: Evaluación ergonómica en ECSIGMA S.A.S.

4.14. Interpretación Global de los Resultados

Luego de la aplicación de las normas ISO 11226 e ISO 11228 1, 2 y 3 con el software ERGOsoft Pro, se especificó que la empresa tiene riesgos biomecánicos altos. El estudio de los datos expone que el Ayudante de Obra es el puesto con mayor vulnerabilidad, con un Índice de Levantamiento de 7.59 en la tarea de preparación de mezcla, aumentando la probabilidad lesiones en la zona lumbar.

De igual forma el método OCRA muestra índices preocupantes en el transporte con carretilla teniendo un IE de 48.72 y en el trabajo administrativo con un IE de 36.12. dejando como evidencia que el 100 % de los puestos evaluados trabajan bajo condiciones de riesgo Inaceptable, siendo necesario una solución inmediata.

4.15. Discusión de Resultados

El estudio relaciona las malas posturas, el sobre esfuerzo y los dolores registrados en el Cuestionario Nórdico, donde el 69 % de los trabajadores reportó molestias lumbares y cervicales. Causa por el desconocimiento y falta de capacitación en las tareas de mampostería y mezcla.

En la normativa ISO 11226 e ISO 11228, se observa que la flexión de tronco de 53° y la elevación de hombros a 116° en los maestros y ayudantes superan los rangos de neutralidad. El uso de la biometría postural permitió ver que el riesgo no solo reside en el peso manejado, sino en la frecuencia acumulada y la falta de periodos de recuperación, es insostenible desde una perspectiva de salud ocupacional.

CAPÍTULO V

5.1. Introducción a la Propuesta de Mejora Ergonómica

Esta propuesta presenta un Plan diseñado para mejorar el ambiente laboral en la constructora, basado en los hallazgos técnicos del análisis de ergonomía física a través de biometría postural que se realizó anteriormente. El diagnóstico integral mostró que el diagnóstico integral evidenció la presencia de riesgos ergonómicos significativos en todos los puestos evaluados, destacándose niveles críticos en levantamiento manual de cargas (LI 7.59), repetitividad (OCRA >30) y posturas estáticas no recomendadas y un 69% de los trabajadores reporta síntomas de dolor, validando técnicamente la necesidad de intervención ergonómica estructurada.

El enfoque del plan se centra en la biometría postural, utilizando las desviaciones angulares encontradas como guía para la implementación de medidas técnicas y organizacionales orientadas a disminuir la desviación articular y la sobrecarga biomecánica. Con el propósito de restaurar los rangos de neutralidad articular y disminuir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos en el personal administrativo y operativo.

5.2. Objetivos de la Propuesta

5.2.1. Objetivo General

Proponer un plan integral de intervención ergonómica basado en el análisis biométrico postural y en la aplicación de las normas ISO 11226, ISO 11228 y OCRA Check-list, mediante la implementación de medidas técnicas, organizacionales y administrativas que reduzcan la sobrecarga biomecánica y el riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

5.2.2. Objetivos Específicos

- Desarrollar medidas de intervención para mejorar posturas forzadas y desviaciones articulares críticas señaladas en el análisis biométrico.
- Planificar métodos para reducir los riesgos de manejo manual de cargas y a tareas repetitivas de alta frecuencia.
- Proponer un programa de capacitación ergonómica de higiene postural, manipulación de cargas y pausas activas.

5.3. Alcance del Plan de Mejora

El presente Plan Integral de Intervención Ergonómica tiene un alcance organizacional completo, abarcando el 100 % del personal de la empresa ECSIGMA S.A.S., garantizando la aplicación de medidas preventivas, correctivas y formativas en todos los niveles jerárquicos. El plan tendrá un horizonte de ejecución inicial de doce (12) meses, con seguimiento trimestral para evaluación de resultados. El alcance del plan se delimita bajo los siguientes criterios:

- **Población objeto:** Los 13 personas que equivalen al 100% de trabajadores en la empresa.
- **Procesos involucrados:** Intervención en actividades administrativas, tareas críticas de obra civil,
- **Ámbito geográfico:** Aplicación obligatoria en todo relacionado en el proceso de construcción.
- **Factores ergonómicos:** Los principales son las posturas estáticas, desviaciones articulares, levantamiento y transporte manual de cargas, empuje y tracción, y movimientos repetitivos.
- **Marco normativo:** El plan se fundamenta en los criterios técnicos establecidos en ISO 11226 (posturas estáticas), ISO 11228-1, 11228-2 y 11228-3 (manejo manual de cargas y movimientos repetitivos), OCRA Check-list y en los resultados biométricos obtenidos mediante fotogrametría digital.

5.4. Fundamentación Legal

En la Tabla XII se observa el programa de prevención se sustenta en el marco jurídico ecuatoriano vigente, garantizando el derecho del trabajador a un ambiente laboral seguro y saludable.

TABLA XII. *Fundamentación legal de la prevención de riesgos ergonómicos*

Requisito Legal	Articulado Disposición	Descripción Técnica
Constitución de la República (2008)	Art.326, numeral 5	Derecho a desarrollar labores en un ambiente adecuado que garantice salud, integridad y bienestar.
Decisión 584 (Instrumento Andino)	Art. 11, literal b	Obligación del empleador de identificar, evaluar y controlar los riesgos en forma inicial y periódica.
Resolución C.D. 513 (IESS)	Art. 53, literal a	Principios de la acción preventiva: identificación de peligros, medición y control de riesgos ambientales.
Decreto Ejecutivo 2393	Art. 11, numeral 2	Obligación de adoptar medidas necesarias para la prevención de riesgos y velar por la salud de los trabajadores.

Nota. Fuente: Elaboración propia basada en la normativa legal de Ecuador [15], [16], [20], [19].

5.5. Responsables

Dada la estructura departamental de la organización, se designan las siguientes responsabilidades para el cumplimiento de los objetivos ergonómicos como se muestra en la Tabla XIII.

TABLA XIII. *Roles y responsabilidades en el plan de mejora ergonómica*

Responsable	**Nivel de Responsabilidad**	**Función en el Plan de Mejora**
Arquitecto	Estratégico	Liderazgo y aprobación de recursos económicos para adquirir equipos ergonómicos y modificación de áreas.
Director	Técnico	Supervisión de la implementación de ayudas mecánicas y rediseño de procesos operativos para la eficiencia y salud.
Talento Humano	Control	Gestión de las capacitaciones en higiene postural y seguimiento epidemiológica de los trabajadores.
Supervisor de Proyectos	Control	Control de cumplimiento de las normas establecidas.
Departamento de Compras	Técnico	Responsable de adquirir insumos necesarios establecidos en el plan.

Trabajadores	Operativo	Acatar con el procedimiento normas y participación de las dichas en el plan.

Nota. Fuente: Elaboración propia basada en la estructura organizacional de la constructora.

5.6. Estructura General del Plan de Intervención Ergonómica

5.6.1. Jerarquización de Controles de Riesgo Ergonómico

Las medidas fueron priorizadas por su efectividad, actuando primero sobre la fuente de riesgo, luego sobre el medio de trabajo y finalmente sobre la exposición del trabajador a través de controles administrativos y EPP:

- **Eliminación:** Se suprime el levantamiento individual de cargas de 50 kg y se fija un tope máximo de 25 kg por trabajador. Las cargas superiores deberán ser manipuladas en binomio o con ayuda mecánica, reduciendo el riesgo asociado al índice de levantamiento de 7,59 especificado en el Anexo B.
- **Controles de ingeniería:** Se nivelan y se adaptan las vías de transporte para reducir el esfuerzo al utilizar las carretillas (ver Anexo G). Se añaden un soporte para computadora portátil y un reposapiés al puesto del director, para disminuir la flexión cervical hasta en un 63°.
- **Controles administrativos:** Se implementan pausas activas a las 10:00 y 15:30, rotación de tareas, capacitación en manipulación manual de cargas y levantamiento en binomio (ver Anexos C y H). Estas medidas permiten disminuir la exposición a movimientos repetitivos y a posturas forzadas.
- **Equipos de protección personal:** Como medida de control complementaria en el receptor, se establece la dotación obligatoria de Equipos de Protección Personal de alta calidad para el personal operativo de obra. Para superar la selección genérica de equipos, se determinan especificaciones técnicas de calidad normadas (bajo estándares NTE INEN, ANSI y EN) que garantizan una verdadera protección biomecánica, auditiva y de seguridad física ante los factores disergonómicos del sector de la construcción.

TABLA XIV. *Matriz de jerarquización de riesgos ergonómicos*

		Fuente	Medio	Receptor
Puesto de trabajo	**Factor ergonómico**	**Eliminación**	**Controles de ingeniería**	**Controles administrativos / EPP**
Ayudante de Obra	Carga física (LI 7.59)	X		X
Ayudante de Obra	Repetitividad (IE 48.72)		X	X
Director	Postura estática / Repetitividad		X	X
Maestro de obra	Posturas forzadas			X

Nota. Fuente: Elaboración propia basada en la jerarquía de control de riesgos y las evaluaciones ergonómicas del proyecto.

En la Tabla XV se presentan las acciones estratégicas definidas para mitigar los riesgos biomecánicos identificados mediante la aplicación de las normas ISO 11226, ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO 11228-3 [21]–[24].

Las medidas propuestas priorizan el control administrativo y organizacional, orientado a reducir la sobrecarga lumbar, la repetitividad en miembros superiores y las posturas forzadas detectadas en los puestos críticos.

TABLA XV. *Organización del plan de mejora ergonómica*

Acción de mejora	Tipo de medida	Responsable	Participantes	Medio de verificación
Implementación del Programa de Pausas Activas	Preventiva Organizacional	Responsable de SST	Todo el personal operativo y administrativo	Cronograma firmado y registro diario de cumplimiento (ver anexo H)
Instructivo de Levantamiento en Binomio	Correctiva Técnica/Administrativa	Responsable de SST / Maestro de obra	Ayudantes de obra	Registro fotográfico y checklist de supervisión (Ver anexo C y D)
Acta de Política de Manipulación Manual de Cargas	Administrativa	Gerente General	Compras / Ayudantes	Acta firmada por Gerencia y control de recepción de materiales (Ver anexo B y A)
Matriz de Rotación de Tareas	Organizacional	Supervisor de obra	Maestro y Ayudantes	Matriz semanal firmada (Ver anexo E y F)
Checklist Diario de Rutas Limpias y condiciones de tránsito	Preventiva	Maestro de obra	Ayudantes	Formato diario diligenciado (Ver anexo G)

Nota. Fuente: Elaboración propia basada en las acciones estratégicas de gestión de riesgos para la obra civil.

5.6.2. Ayudante de Obra

Con la finalidad de mitigar los hallazgos críticos obtenidos en la biometría postural y las evaluaciones bajo normativas ISO en la empresa ECSIGMA S.A.S., se estructuran las acciones de mejora de manera específica para cada puesto de trabajo. Las medidas propuestas se organizan aplicando el principio internacional de jerarquización de controles de riesgo ergonómico, actuando sobre la fuente, el medio y el receptor.

Este puesto tiene la mayor vulnerabilidad biomecánica de la empresa. Teniendo un Índice de Levantamiento de 7.59 en la preparación de mezcla de concreto, un LI de 4.6 en la preparación manual de mortero, y un índice OCRA de 48.72 en el transporte con carretilla.

5.6.3. Eliminación de Riesgo en la Fuente (Anexo B)

Se implemento un límite máximo de carga manual individual de 25 kg. Queda estrictamente prohibida la manipulación individual de sacos o bultos que superen los 25 kg, si en caso se necesite levantar un peso superior se tendrá que realizar con dos operarios.

5.6.4. Controles de Ingeniería en el Medio

Implementación diaria y obligatoria del Checklist de Rutas Limpias. Consiste en la nivelación, compactación y remoción de escombros o lodo en las vías de tránsito de carretillas. Esta medida modifica físicamente el terreno para reducir la fuerza de inercia inicial y sostenida que el operario ejerce sobre la región lumbar y hombros al empujar la carretilla. Las especificaciones están en el ANEXO G.

5.6.5. Controles Administrativos en el Trabajador

- **Levantamiento en Binomio (Anexo C):** Todo bulto o material que supere los 25 kg de peso debe ser levantado y trasladado obligatoriamente por dos operarios en simultáneo, aplicando la flexión de rodillas a 90° y manteniendo la columna recta.
- **Matriz de Rotación (Anexo E):** Rotar obligatoriamente cada 2 o 4 horas las actividades de exigencia en la zona lumbar con actividades neutras.
- **Programa de Pausas Activas (Anexo H):** Cumplimiento de sesiones obligatorias de 5 minutos, dos veces al día en un horario de 10:00 AM y 03:30 PM.

5.6.6. Equipos de Protección Personal (EPP)

Se establece la dotación obligatoria de EPP específicos para mitigar los factores de riesgo físicos y disergonómicos del puesto (como el ruido de la mezcladora de concreto y la fatiga por agarre manual de palas). Para garantizar que los equipos adquiridos cumplan con las exigencias de seguridad industrial, se utilizará la guía de compra y homologación detallada en el Anexo N (Ficha Técnica de Homologación de EPP) de esta tesis.

5.7. Maestro de obra

En este puesto se obtuvieron desviaciones posturales severas y no recomendadas bajo la norma ISO 11226, la más alarmante es una flexión de hombro de hasta 116° durante el estucado y pintura de estructuras en altura, y una apertura fémoro-lumbar de 131° y 172° en las tareas de colocación de cerámica. La evaluación del método OCRA indica que el riesgo es Inaceptable Alto con un Índice de Exposición > 22.5.

5.7.1. Controles Administrativos

- **Matriz de Rotación Semanal (Anexo E):** Teniendo en cuenta las fases operativas de la obra, se realizará obligatoriamente la rotación de tareas cada 2 o 4 horas. Se alternarán de forma planificada diferentes actividades que tengan alta exigencia postural en hombros y cuello. Esto permite la recuperación fisiológica y previene la fatiga acumulada.
- **Programa de Pausas Activas (Anexo H):** Realización de dos sesiones obligatorias de 5 minutos al día (a las 10:00 AM y a las 03:30 PM). Los maestros de obra deberán realizar con prioridad ejercicios de descompresión cervical (flexión y extensión suave de cuello) y estiramientos del hombro para aliviar la tensión muscular acumulada.
- **Capacitación en Higiene Postural:** Participación habitual en las jornadas formativas sobre ergonomía básica, higiene postural y manejo de cargas.

5.7.2. Equipos de Protección Personal (EPP)

Se decreta el uso obligatorio de los EPP como casco, calzado, protección auditiva, guantes y chaleco. Estos deben cumplir con los estándares que se indican en el Anexo N.

5.8. Director

La jornada laboral del puesto de director en su mayor parte consta de permanecer sentada frente a un computador portátil. Gracias al análisis antropométrico y la fotogrametría digital reveló que la estatura es de 1.55 m, el peso es de 59 kg, tiene una flexión cervical crítica de hasta 63° y una cifosis funcional evidente debido a la inclinación y altura de la pantalla de la laptop respecto a su línea visual horizontal. Como evidencia se tiene los resultados del método OCRA indicando un Índice de Exposición inaceptable alto de 31.08 en el brazo izquierdo y 36.12 en el brazo derecho debido a movimientos repetitivos y la falta de periodos de recuperación.

5.8.1. Controles de Ingeniería

- **Soporte Elevador para Laptop:** se instalará un soporte regulable que eleve la pantalla del computador alineada horizontalmente con su línea de visión con un rango de 0° a 15° de declinación visual, manteniendo una distancia de 50 cm y 70 cm con respecto al rostro corrigiendo la cifosis y la flexión severa de cuello.
- **Teclado y Mouse Externos:** Se colocará en el escritorio un teclado y mouse independientes. Para adaptar ergonómicamente a la estatura de 1.55 m de la directora, la altura del plano de digitación del escritorio entre 58 cm y 62 cm respecto al suelo, permitiendo mantener los hombros relajados y los codos en un ángulo neutro de 90° a 100°.
- **Silla Ergonómica Regulable:** Se adaptará las dimensiones de la silla acorde las medidas de la directora. La profundidad del asiento tendrá un rango de una longitud de 38 cm a 40 cm para evitar la presión en la fosa poplítea y tener un apoyo lumbar firme contra el respaldo. De igual manera con la altura del asiento que debe tener en un rango de 36 cm a 42 cm desde el suelo para el apoyo firme de los talones.
- **Reposapiés Ergonómico Ajustable (Anexo H):** Debido a que el escritorio existente en la oficina es de altura fija estándar (72 cm a 75 cm), la directora debe subir la altura de su silla para alinear los codos. Para corregir la falta de apoyo que esto genera en sus piernas, es obligatorio colocar un reposapiés con superficie antideslizante, inclinación ajustable de 0° a 15° y altura regulable de 5 cm a 12 cm, garantizando el retorno venoso y un soporte firme.

5.8.2. Controles Administrativos y Organizacionales

Programa de Pausas Activas (Anexo H): Aplicación estricta de dos pausas de 5 minutos al día (10:00 AM y 03:30 PM). Se realizarán prioritariamente estiramientos dirigidos a la descompresión cervical (flexión/extensión suave) y movilidad activa de muñecas (ejercicios de flexo-extensión y estiramiento de dedos) para prevenir el síndrome del túnel carpiano derivado de la digitación continua.

5.9. Arquitecto

Las actividades del Arquitecto son administrativas en oficina y supervisión de campo. Los resultados de la ISO 11226 reveló que un nivel de riesgo No recomendado, ubicado en la cabeza, hombros y extremidades inferiores como los segmentos más críticos. Esto se debe a una postura estática prolongada durante el trabajo en campo, también una flexión forzada del cuello al sostener y revisar los planos en campo.

5.9.1. Controles de Ingeniería en Campo

Adquisición de portapapeles de acrílico rígido para facilitar la lectura y marcado de planos en obra. Esto permite sostener cualquier documento elevado a la altura del pecho, reduciendo el grado de flexión de la cabeza y el cuello durante las jordanas en campo.

5.9.2. Controles Administrativos

- **Alternancia Postural:** Se modificará de manera dinámica la jornada laboral en campo intercalando con los periodos de tiempo en oficina para evitar que el arquitecto permanezca más de dos horas de pie, teniendo como resultado el descanso circulatorio y muscular de las extremidades inferiores.
- **Pausas Activas (Anexo H):** El arquitecto participara obligatoriamente en las rutinas de pausas activas diarias de las 10:00 AM y 03:30 PM.

5.9.3. Equipos de Protección Personal (EPP)

Durante las visitas y recorridos de supervisión técnica en los frentes de obra activos, el Arquitecto deberá utilizar obligatoriamente casco de seguridad, calzado con puntera de acero y chaleco de alta visibilidad. Las especificaciones de calidad y compra de estos equipos se rigen bajo el estándar unificado del Anexo N (Ficha Técnica de Homologación de EPP).

5.10. Cronograma General de Implementación

Con el propósito de garantizar la ejecución efectiva del Plan de Mejora Ergonómica y la mitigación de los riesgos críticos identificados en la empresa ECSIGMA S.A.S. (como el Índice de Levantamiento de 7.59 y el Índice OCRA de 48.72), se establece una planificación temporal con un horizonte de doce (12) meses como se ve en la TABLA.

Para cumplir con una transición organizada, la prioridad de las actividades dentro del cronograma se rige por el nivel de riesgo biomecánico determinado en las evaluaciones, utilizando la matriz de plazos de intervención detallada en la Tabla XVI.

TABLA XVI. *Plazos de intervención y priorización de medidas según nivel de riesgo*

Nivel de Riesgo Evaluado	Prioridad de Ejecución	Plazo Máximo de Intervención	Acciones Asociadas
Crítico	Intervención inmediata	Mes 1	Socialización y firma de la Política de Carga Máxima y control de aplicación.
Alto	Prioridad alta	1 a 3 meses	Checklist de Rutas Limpias y adquisición de mobiliario ergonómico.
Moderado	Seguimiento y control	3 a 6 meses	Capacitación en Levantamiento en Binomio y rotación de puestos.
No Recomendado	Control organizacional	A partir del Mes 3	Programa de Pausas Activas y evaluaciones de seguimiento.

Nota. Fuente: Elaboración propia a partir de los niveles de riesgo identificados.

En función de esta priorización técnica, se estructura la planificación temporal de las actividades. Como se observa en la Tabla XVII, las medidas destinadas a mitigar los riesgos críticos (como el control de cargas en origen y la nivelación de las rutas de tránsito) se ejecutan de manera inmediata en el Mes 1.

TABLA XVII. *Planificación temporal de medidas ergonómicas*

Actividad / Instrumento de Control	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Socialización y Firma del Acta de Política de Carga	X											
Aplicación de Checklist Diario de Rutas Limpias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Uso de Bitácora de Recepción de Materiales	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Adquisición e Instalación de Mobiliario de Oficina		X										
Ejecución del Programa de Pausas Activas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Implementación de Matriz de Rotación de Tareas		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capacitación en Levantamiento en Binomio		X				X						X
Supervisión con Ficha de Observación en Campo		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Nota: Adaptado de la planificación operativa de ECSIGMA S.A.S.

5.11. Presupuesto Estimado de Implementación

La ejecución del presente Plan de Mejora Ergonómica prioriza la eficiencia de costos mediante controles administrativos y organizacionales. La inversión se centra en la señalética técnica, dotación básica de papelería para registros, servicios de capacitación, seguimiento y la

adquisición del mobiliario ergonómico para el puesto administrativo, dichos costos se presentan en la Tabla XVIII.

TABLA XVIII. *Presupuesto detallado del plan de mejora*

Ítem	Descripción Técnica	Cantidad	Costo Unitario (Est.)	Costo Total (Est.)
Señalética Ergonómica	Letreros de "Carga máxima individual. 25kg" y "Levantamiento en Binomio" (PVC/Celestina).	10	$15.00	$150.00
Insumos de Papelería	Impresión y laminado de Instructivos, Bitácoras, Checklists y Matriz de Rotación.	1 kit	$45.00	$45.00
Kits de Pausas Activas	Cronómetros o señalética visual con los ejercicios de estiramiento.	2	$10.00	$20.00
Mobiliario (Mejora)	Reposapiés ergonómico y soporte de laptop para el puesto administrativo (director).	1	$65.00	$65.00
Capacitación Técnica	Taller práctico de Higiene Postural y Manejo de Cargas (SST Externo o Interno).	3	$80.00	$240.00
Seguimiento Médico	Aplicación de Cuestionario Nórdico y valoración osteomuscular básica.	13	$25.00	$325.00
Reevaluación Biométrica	Toma de datos final con Software Ergosoft Pro 5 (Post-intervención).	1	$150.00	$150.00
TOTAL				**$995.00**

Nota. Fuente: Elaboración propia.

5.12. Conclusiones de la Propuesta de Mejora

Una vez diseñado el Plan de Intervención Ergonómica para la empresa ECSIGMA S.A.S., se establecen las siguientes conclusiones técnicas:

- **Mitigación del Riesgo Lumbar Crítico:** La implementación del Acta de Política de Carga Máxima y el Instructivo de Levantamiento en Binomio reduce el Índice de Levantamiento de 7.59 en el Ayudante de Obra. Al distribuir la carga entre dos personas, reduce la compresión axial, consiguiendo rangos aceptables según la norma ISO 11228-1.
- **Rediseño Antropométrico de Estaciones:** Modificación del área de oficina de la directora, adaptando un soporte elevador de laptop, reposapiés con inclinación ajustable de 0° a 15° y regulación de la altura e inclinación de la silla teniendo en cuenta los datos antropométricos de la directora. También la entrega de clipbooks de campo para el Arquitecto evitando la flexión de cuello. Estas intervenciones de bajo costo que eliminan la cifosis funcional y restauran la neutralidad de las articulaciones bajo los parámetros de la norma ISO 11226.
- **Control de movimientos repetitivos y fatiga:** Con los resultados obtenidos del análisis OCRA, se estableció en el plan un programa de pausas activas y una matriz de rotación de tareas para la recuperación muscular del desgaste físico acumulativo, previniendo la aparición lesiones musculoesqueléticas.
- **Optimización del Entorno Operativo:** El Checklist Diario de Rutas Limpias garantiza que el traslado de carretilla se ejecute sobre superficies estables y sin obstáculos, reduciendo la fuerza inicial de empuje que realiza el operario. Esta intervención soluciona el riesgo de sobreesfuerzo detectado en la ISO 11228-2, sin necesidad de modificaciones costosas.

CONCLUSIONES

En esta investigación se obtuvo parámetros técnicos de las normas internacionales ISO 11226 e ISO 11228, así como en el Decreto Ejecutivo 2393. Este marco permitió establecer medidas para la evaluación biomecánica, garantizando que el análisis de los puestos en ECSIGMA S.A.S. se desarrollara bajo criterios legales y científicos vigentes en el área de seguridad y salud ocupacional.

La evaluación mediante biometría postural y el software especializado reveló condiciones de trabajo de alto riesgo en los puestos evaluados. El más alarmante tiene un índice de levantamiento de 7.59 en los ayudantes de obra, siendo el triple del límite de seguridad. La fotogrametría digital registró posturas extremas como la flexión de hombro de 116° en los maestros de obra y la flexión cervical de hasta 63° en el área administrativa con movimientos repetitivos inaceptables (OCRA > 31). Estos resultados evidencian la alta morbilidad que mostro los resultados del Cuestionario Nórdico, donde el 69% de los trabajadores reportó dolores musculoesqueléticos activos.

Se diseñó un Plan de Mejora Ergonómica centrado en la biometría postural, el cual requiere una inversión aproximada de $995.00. La propuesta se enfoca directamente a la necesidad de restaurar la neutralidad articular de todo el personal mediante controles, como la Política de Carga Máxima, la adaptación de dimensiones antropométricas de oficina y la aplicación de pausas activas obligatorias.

RECOMENDACIONES

Implementar de manera inmediata la Política de Carga Máxima de 25 kg (Anexo B) y el Instructivo de Levantamiento en Binomio (Anexo C), con la finalidad de mitigar el riesgo lumbar crítico LI 7.59 detectado en las tareas de preparación de mezcla y acarreo manual de bultos pesados en los frentes de obra activos.

Institucionalizar el Programa de Pausas Activas, estableciendo con carácter de obligatoriedad los horarios de 10:00 AM y 03:30 PM, y ejecutar la adecuación física del puesto de oficina según las dimensiones antropométricas calculadas (altura de digitación de 58 cm a 62 cm y uso de reposapiés), mitigando la fatiga cervical y la alta repetitividad OCRA IE > 30 del personal.

Programar y ejecutar reevaluaciones biométricas periódicas con un horizonte semestral utilizando la metodología de fotogrametría digital y el software ErgoSoft Pro 5. Esto permitirá monitorear científicamente la efectividad de los controles adoptados y retroalimentar de forma continua la matriz de rotación de tareas de la constructora ECSIGMA S.A.S.

BIBLIOGRAFÍA

[1] A. Hernández, «¿Qué son los Riesgos Ergonómicos? Guía Definitiva (2026)». Accedido: 26 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://cenea.eu/riesgos-ergonomicos/

[2] L. M. Gómez Contreras, A. P. Tibasosa Bolívar, y W. L. Vargas Simbaqueba, «Análisis del Riesgo Ergonómico para los Trabajadores en la Constructora Cristóbal Daza S.A.S», Trabajo de especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia., 2018. Accedido: 26 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: http://hdl.handle.net/11349/13603

[3] L. H. Blanco Cárdenas, S. Rodríguez Pacheco, y S. T. Casas Hernández, «Guía de prevención de riesgo músculo esqueléticos para operarios de limpieza que laboran en Instituciones prestadoras de salud (IPS) en Fusagasugá, Cundinamarca-Colombia», Universidad ECCI, Bogotá, Colombia, 2021. Accedido: 27 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1564

[4] G. Neusa Arenas, R. R. Alvear Reascos, E. B. Cabezas Heredia, y J. F. Jiménez Rey, «Riesgos disergonómicos: Biometría postural de los trabajadores de plantas industriales en Ecuador», *Rev. Cienc. Soc.*, vol. 25, n.º 1, pp. 415-428, 2019, doi: 10.31876/rcs.v25i1.29632.

[5] M. Y. Almeida Montenegro, «Identificación y análisis del factor riesgo ergonómico por biometría postural en los trabajadores del GAD del cantón Montúfar», bachelorThesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 2022. Accedido: 27 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12264

[6] J. F. Montenegro Albuja, «Análisis de ergonomía física por biometría postural, para los trabajadores de la Cooperativa de Ahorro Y Crédito Santa Anita Ltda.», bachelorThesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 2023. Accedido: 27 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13597

[7] J. L. Iles Muñoz, «Control de riesgo ergonómico por biometría postural basado en la norma ISO: 11228-2, para los operadores de una planta de producción de petróleo.», bachelorThesis, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador, 2022. Accedido: 27 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11965

[8] D. Maestre, *Ergonomía y psicosociología.* Madrid, España: FC Editorial, 2007.

[9] Obregón Sánchez, *Fundamentos de ergonomía*. México: Grupo Editorial Patria, 2016. [En línea]. Disponible en: https://elibro.net/es/lc/ucasal/titulos/40469

[10] C. Nogareda Cuixart, *Ergononomía*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2008. Accedido: 27 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/ergonomia-5-edicion-2008

[11] Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, «Aspectos ergonómicos del ruido», INSST, Madrid, España, 2024. Accedido: 28 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.insst.es/noticias-insst/aspectos-ergonomicos-del-ruido-2024

[12] Organización Mundial de la Salud, «Preguntas más frecuentes», OMS. Accedido: 28 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://www.who.int/es/about/frequently-asked-questions

[13] Universidad Internacional de La Rioja, «Seguridad y Salud Ocupacional: Protección y bienestar en el entorno laboral», Universidad Virtual. | UNIR Ecuador - Maestrías y Grados

virtuales. Accedido: 28 de julio de 2026. [En línea]. Disponible en: https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/salud-ocupacional/

[14] Ecuador, *Constitución de la República del Ecuador*. 2008. [En línea]. Disponible en: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

[15] Comunidad Andina, *Decisión 584: Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. 2004. [En línea]. Disponible en: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento_Decisi%C3%B3n-Acuerdo-Cartagena-584.pdf

[16] Comunidad Andina, *Resolución 957: Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo*. 2005. [En línea]. Disponible en: https://www.comunidadandina.org/DocOficialesFiles/Gacetas/gace1192.pdf

[17] Ecuador, *Código del Trabajo*. 2005. [En línea]. Disponible en: https://www.trabajo.gob.ec/normativa-legal-programas-formatos-y-guias/

[18] Ecuador, *Decreto Ejecutivo 2393: Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores*. 1986. [En línea]. Disponible en: https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf

[19] Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, *Resolución C.D. 513: Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo*. 2016. [En línea]. Disponible en: https://cacmq.gob.ec/normativa/RESOLUCION%20C.D.%20513.pdf

[20] Servicio Ecuatoriano de Normalización, *Ergonomía. Evaluación de posturas de trabajo estáticas (ISO 11226:2000/COR.1: 2006, IDT)*, Norma Técnica NTE INEN-ISO 11226, Quito, Ecuador., 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/

[21] *Ergonomía. Manipulación manual. Parte 1: Levantamiento y transporte (ISO 11228-1:2003, IDT)*, Norma Técnica NTE INEN-ISO 11228-1, Quito, Ecuador., 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/

[22] Servicio Ecuatoriano de Normalización, *Ergonomía. Manipulación manual. Parte 2: Empujar y halar (ISO 11228-2:2007, IDT)*, Norma Técnica NTE INEN-ISO 11228-2, Quito, Ecuador., 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/

[23] Servicio Ecuatoriano de Normalización, *Ergonomía. Manipulación manual. Parte 3: Manipulación de cargas livianas a alta frecuencia (ISO 11228-3:2007, IDT)*, Norma Técnica NTE INEN-ISO 11228-3, Quito, Ecuador., 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/

[24] Servicio Ecuatoriano de Normalización, *Ergonomía. Documento para la aplicación de las normas internacionales sobre manipulación manual (ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO 11228-3) y evaluación de las posturas estáticas de trabajo (ISO 11226) (ISO/TR 12295:2014, IDT)*, Norma Técnica NTE INEN-ISO/TR 12295, Quito, Ecuador., 2014. [En línea]. Disponible en: https://normalizacion.gob.ec

[25] Google, «Mapa de Ibarra, Av. Fray Vacas Galindo y Juan de Dios Navas - Google Maps», Google Maps.

ANEXOS

ANEXO A. Bitácora de Control de Recepción de Materiales

DATOS DE CONTROL					
OBRA:				**FECHA: ____ / ____ / ____ /**	
BODEGUERO:				**UBICACIÓN:**	
MATERIAL RECIBIDO	**PRESENTACIÓN**	**PESO (kg)**	**¿CUMPLE < 25 kg?**	**ACCIÓN ERGONÓMICA APLICADA**	**FIRMA RESPONSA**

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD PARA EL DESPACHO:

---

1. Todo material marcado como **"NO"** en la columna de cumplimiento **DEBE** ser movilizado p trabajadores simultáneamente.

---

2. Se prohíbe el despacho de bultos de 50 kg a un solo operario, sin excepción.

---

3. El uso de carretilla para estos materiales no debe superar el ras de la batea para evitar sobrees de empuje.

ANEXO B. Acta de Implementación de Política Ergonómica

ACTA DE IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICA ERGONÓMICA N° 001	
DATOS GENERALES	
PARA:	Personal Operativo y Administrativo
DE:	Gerencia General / Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo
ASUNTO:	Implementación de Política de Carga Máxima – Control del Levantamiento Manual
FECHA DE EMISIÓN:	____ / ____ / ____ /

1. CONSIDERANDO

• Que, conforme a la evaluación ergonómica realizada bajo los criterios de la norma ISO 11228-1, se identificó en el puesto de Ayudante de Obra un Índice de Levantamiento (LI) de 7.59, clasificado como riesgo "Muy Importante", lo cual representa una alta probabilidad de lesión lumbar inminente.

• Que es responsabilidad de la empresa reducir la sobrecarga biomecánica mediante controles administrativos y organizacionales para garantizar la salud de los trabajadores.

2. RESOLUCIÓN DE CUMPLIMIENTO OBLIGATORIO

2.1. LÍMITE TÉCNICO DE LEVANTAMIENTO: Se establece un peso máximo de 25 kg para el levantamiento manual individual de cargas en todos los frentes de obra.

2.2. MANIPULACIÓN EN BINOMIO: Todo material que supere los 25 kg deberá ser manipulado obligatoriamente por dos (2) trabajadores, aplicando el procedimiento establecido en el "Instructivo de Levantamiento en Equipo".

2.3. PROHIBICIÓN EXPRESA: Queda terminantemente prohibido el levantamiento individual de bultos de 50 kg o superiores.

2.4. CONTROL DE CARRETILLAS: Se prohíbe el sobrellenado de carretillas con el fin de mantener la fuerza de empuje y tracción dentro de rangos aceptables, conforme a la ISO 11228-2.

3. RESPONSABLES DE VIGILANCIA

• Residente de Obra: Supervisar la ejecución de las tareas bajo esta normativa.

• Responsable de SST: Capacitar al personal y verificar la higiene postural.

• Bodeguero: Controlar que el despacho de materiales pesados se realice en equipo.

4. VIGENCIA Y RATIFICACIÓN

La presente política entra en vigencia de manera INMEDIATA a partir de la firma del presente documento. El incumplimiento de estas normas será considerado una falta a los protocolos de seguridad industrial de la empresa.

Firma: Gerencia General	**Firma: Responsable de SST**
_____	_____

ANEXO C. Instructivo Técnico: Levantamiento Manual de Cargas en Binomio

INSTRUCTIVO TÉCNICO: LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS EN BINOMIO	
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROCEDIMIENTO	
OBJETIVO:	Estandarizar el procedimiento técnico para la manipulación manual de cargas superiores a 25 kg, mediante levantamiento en binomio, con el fin de reducir la compresión intervertebral lumbar y disminuir el Índice de Levantamiento (LI 7.59) identificado bajo los criterios de la ISO 11228-1.
ALCANCE:	Aplica a todo el personal operativo de obra (Ayudantes y Maestros de obra) que manipule cargas superiores al límite establecido en la Política de Manipulación Manual de Cargas.
RESPONSABLES:	Gerente General (Aprobación), Residente de Obra (Supervisión) y Responsable de SST (Capacitación y control).

2. CONSIDERACIONES PREVIAS DE SEGURIDAD
• Se prohíbe terminantemente el levantamiento individual de cargas superiores a 25 kg.
• Todo bulto de 50 kg debe manipularse obligatoriamente en binomio (2 personas).
• Uno de los trabajadores será designado como Líder de Carga para coordinar el esfuerzo.
• Se debe verificar previamente mediante el checklist diario que la ruta de transporte esté despejada.

3. PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE EJECUCIÓN		
FASE	**ACCIÓN OPERATIVA**	**FUNDAMENTO ERGONÓMICO**
1. Posicionamiento	Ambos trabajadores se ubican a los costados del bulto, con pies separados al ancho de hombros.	Aumenta la base de sustentación y estabilidad postural.
2. Descenso	Flexionar **rodillas** manteniendo la espalda recta.	Reduce la flexión lumbar y la carga compresiva discal.
3. Agarre	Sujetar firmemente el bulto. El líder indica: **"A la cuenta de tres: 1, 2, 3"**.	Sincroniza el esfuerzo y evita cargas asimétricas.
4. Levantamiento	Extender rodillas utilizando la fuerza de las **piernas**.	Transfiere la carga a los grupos musculares mayores.
5. Transporte	Mantener la carga **pegada al cuerpo** y caminar con pasos cortos.	Disminuye el brazo de palanca sobre las vértebras lumbares.
6. Descarga	Flexionar rodillas nuevamente de forma coordinada para apoyar la carga.	Evita el impacto y la sobrecarga súbita en la columna.

4. PROHIBICIONES TÉCNICAS CRÍTICAS
Girar el tronco (cintura) mientras se sostiene la carga; se deben mover los pies.
Levantar con la espalda flexionada (curvada); siempre mantener la columna neutra.
Cargar individualmente bultos de 50 kg; riesgo inminente de hernia discal.
Elevar la carga por encima del nivel del hombro; si se requiere altura, usar plataforma intermedia.

Firma: Responsable de SST	**Firma: Residente de Obra**

ANEXO D. Ficha de Observación de Cumplimiento: Manipulación de Cargas en Binomio

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CUMPLIMIENTO: MANIPULACIÓN DE CARGAS EN BINOMIO			
DATOS GENERALES DE LA INSPECCIÓN			
FECHA:	____ / ____ / ____ /		
OBRA / PROYECTO:			
SUPERVISOR / EVALUADOR:			
TRABAJADORES OBSERVADOS:	1. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____		
ÍTEM EVALUADO (ESTÁNDAR ISO 11228-1)	**CUMPLE**	**NO CUMPLE**	**OBSERVACIONES MEJORAS**
1. Levantamiento en binomio aplicado: ¿Se realiza la carga entre dos personas para pesos > 25 kg?			
2. Flexión de rodillas correcta: ¿Se utiliza la fuerza de las piernas manteniendo la espalda recta?			
3. Carga pegada al cuerpo: ¿Mantienen el bulto cerca del centro de gravedad durante el traslado?			
4. Uso de comando verbal coordinado: ¿El líder de carga utiliza el conteo "1, 2, 3" para sincronizar?			
5. No realiza giros de tronco: ¿Los trabajadores mueven los pies en bloque para cambiar de dirección?			
RESULTADO DE LA EVALUACIÓN			
[ ] SATISFACTORIO: Se aplica el instructivo técnico correctamente.			
[ ] NECESITA RE-CAPACITACIÓN: Se detectaron desviaciones posturales críticas.			
ACCIONES CORRECTIVAS INMEDIATAS:			
Firma: Supervisor / Residente	**Firma: Responsable de SST**		

ANEXO E. Matriz Semanal de Polifuncionalidad y Rotación Ergonómica

CONTROL DE PLANIFICACIÓN SEMANAL		
OBRA / PROYECTO:	_____	**SEMANA DEL:** ___ AL ___ DE _____
RESPONSABLE:	Supervisor de Obra / SST	**ESTADO:** [ ] Ejecución [ ] Programado

DÍA	**PUESTO**	**BLOQUE 1 (08:00 - 12:00)**	**BLOQUE 2 (13:00 - 17:00)**	**OBJETIVO BIOMECÁNICO**
LUNES	**Maestro**	Tarea A: Estucado (Hombro 156°)	Tarea B: Cerámica (Hombro bajo)	Descanso manguito rotador.
	Ayudante	Tarea A: Mezcla (Tronco flex.)	Tarea B: Orden/Limpieza (Neutro)	Alivio de presión lumbar.
MARTES	**Maestro**	Tarea A: Pintura Techo (Cuello 82°)	Tarea B: Niveles (Cuello neutro)	Compensación cervical.
	Ayudante	Tarea A: Transporte Carga (LI 7.59)	Tarea B: Andamios (Movilidad)	Ruptura de estatismo.
MIÉRC.	**Maestro**	Tarea A: Estucado (Hombro 156°)	Tarea B: Cerámica (Hombro bajo)	Descanso manguito rotador.
	Ayudante	Tarea A: Mezcla (Tronco flex.)	Tarea B: Orden/Limpieza (Neutro)	Alivio de presión lumbar.
JUEVES	**Maestro**	Tarea A: Pintura Techo (Cuello 82°)	Tarea B: Niveles (Cuello neutro)	Compensación cervical.
	Ayudante	Tarea A: Transporte Carga (LI 7.59)	Tarea B: Andamios (Movilidad)	Ruptura de estatismo.
VIERN.	**Maestro**	Tarea A: Cerámica (Hombro bajo)	Tarea B: Acabados Finales	Estabilización postural.
	Ayudante	Tarea A: Orden/Limpieza (Neutro)	Tarea B: Inventario Bodega	Recuperación muscular.

Firma: Supervisor de Obra	**Responsable de SST**

ANEXO F. Registro de Cumplimiento de Rotación de Puestos

CONTROL DE EJECUCIÓN DIARIA	
FECHA:	____ / ____ / 202
RESPONSABLE DE CONTROL:	_____

NOMBRE DEL TRABAJADOR	**PUESTO**	**TAREA MAÑANA**	**TAREA TARDE**	**¿REALIZÓ PAUSAS?**	**FIRMA**
				SÍ [ ] NO [ ]	
				SÍ [ ] NO [ ]	
				SÍ [ ] NO [ ]	
				SÍ [ ] NO [ ]	
				SÍ [ ] NO [ ]	
				SÍ [ ] NO [ ]	
				SÍ [ ] NO [ ]	
				SÍ [ ] NO [ ]	

NOTAS DEL SUPERVISOR:
1. La rotación es obligatoria para evitar la exposición prolongada a riesgos críticos (Rojos).
2. Se debe verificar que el tiempo entre tareas A y B permita la recuperación de los grupos musculares.

Sello de la Empresa	**Firma del Supervisor de Campo**

ANEXO G. Checklist Diario: Liberación de Rutas y Control de Carretilla

DATOS DE CONTROL SEMANAL		
OBRA / PROYECTO:	_____	**SEMANA DEL:** ___ AL _ _____
RESPONSABLE DE ÁREA:	_____	**VERIFICADO POR:** Superv SST

ÍTEM DE VERIFICACIÓN (NORMA ISO 11228-2)	**LUN**	**MAR**	**MIÉ**	**JUE**	**VIE**	**OBSERVACIONES MEJORAS**
1. ESTADO DE LA RUTA DE TRÁNSITO						
¿La ruta se encuentra libre de escombros, maderas o clavos?						
¿El suelo está nivelado, compactado y sin baches/huecos?						
¿La superficie está seca y libre de lodo o grasa?						
2. CONDICIONES DEL EQUIPO (CARRETILLA)						
¿La carga se mantiene al ras de la batea (sin sobrellenado)?						
¿La rueda tiene la presión de aire adecuada?						
¿Los mangos de agarre permiten una sujeción firme?						
3. SEGURIDAD EN EL DESPLAZAMIENTO						
¿El ancho del camino permite el paso seguro sin choques?						
¿Existe iluminación suficiente en todo el trayecto?						

FIRMA DE RESPONSABLE DIARIO					
Firma:					

NOTAS TÉCNICAS DE SEGURIDAD ERGONÓMICA:

1. Si algún ítem de la sección 1 es marcado como "NO", se debe proceder a la limpieza o nivelación ruta antes de iniciar el transporte de materiales.

2. El sobrellenado de la carretilla aumenta drásticamente la fuerza de inercia inicial, incrementando el rie lesión en hombros (manguito rotador) y región lumbar.

ANEXO H. Instructivo de Pausas Activas

INSTRUCTIVO DE PAUSAS ACTIVAS

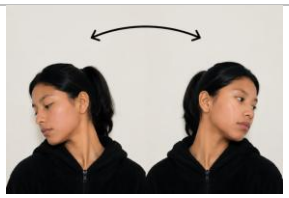
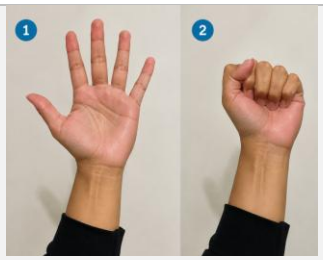
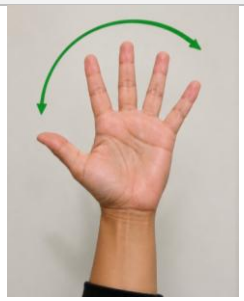
Objetivo: Establecer lineamientos técnicos para la implementación de pausas activas orientadas a reducir la fatiga muscular y la sobrecarga biomecánica derivada de posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, identificadas mediante la aplicación de las normas ISO 11226, ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO 11228-3 en la empresa constructora. **Alcance:** Documento dirigido al 100% de la población de la empresa. **Responsables:** Gerencia general y Dirección operativa

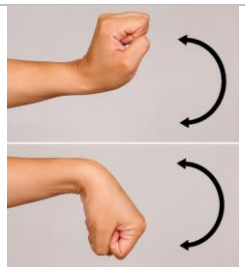
¿Qué son? Son actividades físicas de corto tiempo que se ejecutan dentro de la jordana laboral en donde las personas recuperan energía, lo cual a su vez genera un eficiente desempeño. **Tiempo para realizar:** Se debe realizar por lo menos 2 veces al día y esta acción debe durar 5 minutos; se ejecutará de lunes a viernes en los horarios de 10:00 AM y 03:30 PM de manera obligatoria para todo el personal.

Consideraciones antes de realizar:

1. No se debe contar con vestimenta especial ni retirarse del puesto de trabajo.
2. La respiración debe ser rítmica y profunda.
3. Se debe mantener siempre una buena postura.
4. Concentración.
5. No debe presentar dolor.
6. Realizar los ejercicios de manera pausada y suave.

Ejercicio		**Realización**	**Frecuencia**	**Observaciones**
Miembros superiores				
Ejercicios cuello		Junte su mentón con el pecho y luego extienda la cabeza hacia la espalda.	5 veces	Si presenta molestia no hacer el ejercicio.
		Gire la cabeza de izquierda a derecha.	5 veces	Si presenta molestia no hacer el ejercicio.

		Incline del lado izquierdo y luego al lado derecho.	5 veces	Si presenta molestia no hacer el ejercicio.
Ejercicios para brazos		Mueva los brazos en círculo.	5 veces	Si presenta molestia no hacer el ejercicio.
		Flexione y extienda el brazo derecho y luego realice el mismo movimiento para el brazo izquierdo.	5 veces	Si presenta molestia no hacer el ejercicio.
Ejercicios para manos		Extienda los dedos luego cierre lentamente hasta formar el puño.	10 veces	No aplica
		Mueva las palmas en dirección del meñique.	10 veces	No aplica
		Toque el pulgar con todos los dedos en secuencia.	5 veces	No aplica

		Con el puño semicerrado mover la muñeca hacia arriba y hacia abajo.	10 veces	No aplica
Miembros inferiores				
Ejercicios espalda		Coloque las manos en la cintura y gire hacia el lado derecho y luego al lado izquierdo.	5 veces	Si presenta molestia no hacer el ejercicio.
		Mueva el tronco hacia adelante y luego hacia atrás.	5 veces	Si presenta molestia no hacer el ejercicio.
Ejercicios piernas		Estire horizontalmente la pierna derecha y regrese a la posición inicial haga el mismo con la pierna izquierda.	10 veces	No aplica
		Dirija la pierna hacia adelante y luego hacia atrás haga el mismo movimiento con la pierna izquierda.	10 veces	No aplica

ANEXO I. Cuestionario Nórdico

Formato Cuestionario Nórdico ECSIGMA S.A.S.

CUESTIONARIO NÓRDICO Fecha: _____/ /_____

INFORMACIÓN PERSONAL.

Nombre y Apellido: _____

Edad: _____ Estatura: _____ Peso: _____

Género: Masculino Femenino

¿Hace cuánto tiempo trabaja usted en la empresa?: _____

Cargo actual en el que se desempeña: _____

¿Antigüedad en el cargo actual?: _____

HÁBITOS.

1. Realiza algún tipo de actividad física (deporte)?

Si No

¿Cuál? _____

2. Con que frecuencia?:

Diario Semanal Una vez al mes

3. ¿Ha sufrido alguna lesión realizando actividad física o fuera del horario de trabajo?:

Si No

4. En caso afirmativo qué tipo de lesión?:

_____

5. Requirió o requiere tratamiento?

Si No

SU TRABAJO.

6. Cuál es su horario actual de trabajo?: _____ Cuantas horas por día: _____

7. La duración semanal de horas de su trabajo es variable?

Si No

8. Ocupa usted diferentes puestos o realiza diferentes tareas en su trabajo?: Si

No

9. Ha sufrió algún tipo de lesión realizando su trabajo?

Si No

9.1. ¿Qué tipo de lesión?

Esguince (torcedura) Luxación (dislocación) Fractura

9.2. ¿Ha requerido tratamiento?

Si No

9.3. ¿En caso afirmativo de qué tipo?

Farmacológico Fisioterapia Cirugía

9.4. ¿Requirió incapacidad laboral temporal?

Si No

9.5. ¿En caso afirmativo durante cuánto tiempo?

1 a 3 días 4 a 15 días más de 15 días

CONDICIÓN ACTUAL.

10. Usted realiza su trabajo

Sentado De Pie De rodillas/en cuclillas Acostado

10.1. Durante cuanto tiempo trabaja adoptando esta posición

30 minutos De 30 min. a 2 horas De 2 a 4 horas Más de 4 horas

11. Presenta algún tipo de dolor o molestia en el cuerpo actualmente?:

Si No

12. En caso afirmativo qué tipo de dolor o molestia?:

_____

12.1. Su dolor o molestia se produjo por:

Trabajo Actividad física Otra Causa

12.2. ¿Especifique que otra causa?: _____

12.3. ¿Hace cuánto tiempo surgió?

6 meses 1 año más de 1 año

12.4. ¿Requiere o requirió tratamiento?:

Si No

12.5. ¿En caso afirmativo indique qué tipo de tratamiento?

Farmacológico Fisioterapia Cirugía

12.6. ¿Dónde se trató o hace tratar?

Seguro Social Fisioterapista Especialista Sobador

12.7. ¿Este dolor o molestia le afectó en el desempeño de su trabajo?

Si No

12.8. ¿De qué manera?:_____

13. Señale con una X cuando se presenta el dolor o molestias.

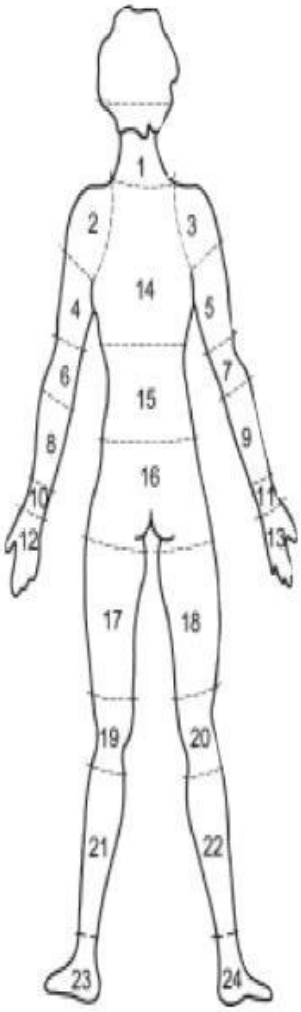
Al realizar mi trabajo	

14. Indique de qué manera se presenta este dolor o molestias.

Permanente (el dolor o molestia permanece todo el tiempo)	
Esporádico (el dolor o molestia se presente en ocasiones)	
Puntual (el dolor o molestia se presenta al realizar una actividad especifica	

17. Si actualmente presenta algún tipo de dolor o molestia en alguna parte del cuerpo marque con una X la casilla correspondiente.

Molestia	**A veces**	**A menudo**	**Muy a menudo**
1) Cuello			
2) Hombreo izdo.			
3) Hombro dcho.			
4) Brazo izdo.			
5) Brazo dcho.			
6) Codo izdo.			
7) Codo dcho.			
8) Antebrazo izda.			
9) Antebrazo dcho.			
10) Muñeca izda.			
11) Muñeca dcha.			
12) Mano izda.			
13) Mano dcha.			
14) Zona dorsal			
15) Zona lumbar			



17) Muslo izdo.			
18) Muslo dcho.			
19) Rodilla izda.			
20) Rodilla dcha.			
21) Pierna izda.			
22) Pierna dcha.			
23) Pie / tobillo izdo.			
24) Pie / tobillo dcho.			

ANEXO J. Evaluación de las Posturas de Trabajo (ISO 11226)

Empresa ECSIGMA S.A.S. **Centro:** Oficina y obra - ECSIGMA

Puesto Arquitecto **Tarea:** Supervisión de obra en campo

Fecha del informe: 17/02/2026 **Fecha eval. puesto:** 12/12/2025

Fecha eval. tarea: 12/12/2025

Descripción: Supervisa trabajos en obra, revisa planos y controla avances, permaneciendo de pie y realizando leves flexiones de cuello y brazos.



Resultados de la evaluación de posturas estáticas

Valoración:

Evaluación de las posturas del cuerpo				
Postura del tronco	Postura de la cabeza	Postura del hombro y del brazo	Postura del antebrazo y la mano	Postura de la extremidad inferior
Aceptable	No recomendado	No recomendado	Aceptable	No recomendado

VALORACIÓN GLOBAL	NIVEL DE RIESGO POSTURAL
Total posturas	No recomendado

Niveles de Riesgo:

Valoración de la postura	Probabilidad
Aceptable	Indica mínima probabilidad de riesgo para la postura mantenida
No recomendado	Indican que puede existir cierto riesgo postural teniendo en consideración los ángulos corporales y el tiempo de mantenimiento.

ANEXO K. Evaluación de Movimientos Repetitivos (OCRA Checklist)

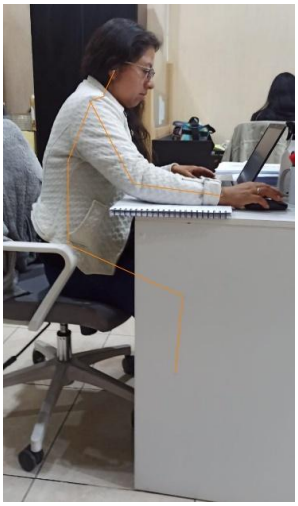
Empresa ECSIGMA S.A.S. **Centro:** Oficina y obra - ECSIGMA

Puesto Director **Tarea:** Trabajo administrativo en oficina

Fecha del informe: 17/02/2026 **Fecha eval. puesto:** 12/12/2025

Fecha eval. tarea: 12/12/2025

Descripción: Realiza actividades administrativas en posición sentada, usando computador, con posturas estáticas y movimientos repetitivos de brazos.



Resultados de la evaluación de movimientos repetitivos

Valoración

Factores						
Brazo	Recuperación	Frecuencia	Fuerza	Postura	Adicionales	Duración neta
Izquierdo	1.12	5.5	4	7	2	1.5
Derecho	1.12	6.5	6	7	2	1.5

Índice Check List OCRA (IE)			
Brazo izquierdo		Brazo derecho	
31.08	Inaceptable Alto	36.12	Inaceptable Alto

Niveles de Riesgo:

Índice Check List OCRA (IE)	Riesgo	Exposición	Acción recomendada
≤ 5 5.1 - 7.5	Óptimo Aceptable	No exposición	No se requiere
7.6 - 11	Incierto	Muy baja exposición	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto
11.1 - 14 14.1 - 22.5	Inaceptable Leve Inaceptable Medio	Alta exposición	Se requieren acciones de mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento pronto

ANEXO L. Manipulación Manual de Cargas (ISO 11228-1)

Empresa ECSIGMA S.A.S. **Centro:** Oficina y obra - ECSIGMA

Puesto Ayudante de obra **Tarea:** Preparación manual de mortero y apoyo en trabajos



Fecha del informe: 17/02/2026 **Fecha eval. puesto:** 12/12/2025

Fecha eval. tarea: 12/12/2025

Descripción: Mezcla manual de materiales con pala y balde, en postura inclinada y esfuerzo físico repetitivo.

Resultados de la evaluación de manipulación manual de cargas

Valoración:

Multiplicadores y Límite de peso recomendado (RWL)

	Constante De Peso (LC) kg	HM	VM	DM	AM	CM	FM	RWL (kg)
Origen	15	0.63	0.78	0.93	1	0.95	0.27	1.74
Destino	15	0.83	0.9	0.93	0.87	0	0.27	2.33

El Índice de Levantamiento (LI) estima el riesgo asociado con una tarea de manipulación manual de cargas.

LI = Peso de la carga / Peso límite recomendado = L/RWL

INDICE DE LEVANTAMIENTO	Nivel de riesgo	TRANSPORTE CARGA
4.6	Muy importante	Sin riesgo

Niveles de Riesgo:

Índice de Levantamiento	Riesgo	Exposición	Acción recomendada
≤ 0.50	Trivial	No exposición	No se requiere
0.5 - 1.0	Tolerable	Muy baja exposición	No se requiere
1.0 - 2.0	Moderado	Carga significativamente elevada. Probable sobreesfuerzo para personas de capacidad reducida	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
2.0 - 3.0	Importante	Carga significativamente elevada. Probable sobreesfuerzo para personas de capacidad normal	Son imprescindibles medidas de mejora del puesto.

ANEXO M. Manipulación Manual de Cargas Empuje Tracción (ISO - 11228 - 2)

Empresa ECSIGMA S.A.S. **Centro:** Oficina y obra - ECSIGMA

Puesto Ayudante de obra **Tarea:** Transporte manual de material en carretilla



Fecha del informe: 17/02/2026 **Fecha eval. puesto:** 12/12/2025

Fecha eval. tarea: 12/12/2025

Descripción: Traslada material de construcción en carretilla dentro de la obra.

Resultados de la evaluación de manipulación manual de cargas

Valoración:

Fuerza recomendada (Valor fuerza en Newton)	
Valor fuerza Inicial	Valor fuerza Sostenida
0	0

Nivel de riesgo		
Fuerza inicial	0	
Fuerza sostenida	0	

Niveles de Riesgo:

Nivel de riesgo	Riesgo	Exposición	Acción recomendada
≤ 0.50	Inapreciable	No exposición	No se requiere
0.5 - 0.85	Bajo	Muy baja exposición	No se requiere
0.86 - 1.0	Medio	Fuerza significativamente elevada. Probable sobreesfuerzo para personas de capacidad reducida	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
1.0 - 1.5	Alto	Fuerza significativamente elevada. Probable sobreesfuerzo para personas de capacidad normal	Son imprescindibles medidas de mejora del puesto.
> 1.5	Muy alto	Fuerza alta. Sobreesfuerzo muy probable	Son urgentes medidas de mejora del puesto

ANEXO N. Ficha Técnica de Homologación de Equipos de Protección Personal

EPP	Riesgo Ergonómico y Físico	Norma y Certificación	Especificaciones Técnicas Clave
Casco	• Golpes por caída de objetos en zonas de trabajo.	NTE INEN 146 o ANSI/ISEA Z89.1	• Tipo I resistencia a impactos. • Peso menor a 400g. • Suspensión ajustable de 4 apoyos.
Calzado	• Resbalones en terrenos inestables. • Sobresfuerzo por empuje.	NTE INEN-ISO 20345	• Punta de acero con resistencia a impactos de 200 J y compresión de 15 kN. • Suela antideslizante de poliuretano. • Plantilla antipinchazo de acero resistente a 1100 N.
Guantes	• Fatiga por agarre. • Cortes y heridas.	EN 388 Nivel mínimo 3-1-2-1	• Tejido de nylon transpirable. • Palma y dedos recubiertos con nitrilo antideslizante.
Protectores Auditivos	• Exposición a ruidos continuo	ANSI S3.19 o EN 352	• Tipo copa adaptable al casco. • Nivel de reducción de ruido mínimo de 25 dB. • Almohadillas de espuma sintética.
Chaleco Reflectivo	• Riesgo de atropellamientos por baja visibilidad	ISO 20471	• Clase 2. • malla de poliéster transpirable. • Color amarillo o naranja neón con dos bandas