



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**MEDIDAS ERGONÓMICAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL  
PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS**

---

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Industrial

**AUTOR:**

Patricia Nicole Nuñez Zumba

**TUTOR:**

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

QUITO –ECUADOR

2026

**AUTORIZACIÓN**  
**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,**  
**REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL**  
**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Patricia Nicole Nuñez Zumba, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre **MEDIDAS ERGONÓMICAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS**, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 6 días del mes de marzo del 2026, firmo conforme:

Autor: Patricia Nicole Nuñez Zumba

Firma:

Número de Cédula: 1725669467

Dirección: Quito – Ecuador

Correo Electrónico: patynicole1502@gmail.com

Teléfono: 0983845956

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación **MEDIDAS ERGONÓMICAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS** presentado por Patricia Nicole Nuñez Zumba para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 6 días del mes de marzo del 2026

.....  
Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

1708520265

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniería Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 6 días del mes de marzo del 2026

.....  
Patricia Nicole Nuñez Zumba  
C.I. 1725669467

## **APROBACIÓN PAR EXAMINADOR**

El trabajo de Titulación ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **MEDIDAS ERGONÓMICAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS**, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, 6 días del mes de marzo del 2026

.....

MSc. Fabián Sarmiento  
LECTOR

.....

MSc. Joel Segura  
LECTOR

## **DEDICATORIA**

Dedico este logro, en primer lugar, a Dios, por ser guía y fuente de fortaleza en cada paso de mi vida, por concederme la oportunidad de alcanzar mis metas y acompañarme en los momentos de dificultad.

A mis padres y hermanos, quienes, con su amor incondicional, su ejemplo, paciencia y sacrificio se convirtieron en el motor que impulsó mi esfuerzo diario, por brindarme de su fuerza para avanzar cuando ya no las tenía, siendo el elemento principal que sustenta mi vida, para continuar y superar cada obstáculo. Gracias por confiar en mí incluso cuando las dudas parecían vencerme.

Extiendo esta dedicatoria al MSc. Pablo Ron, MSc. Liliana Topón, MSc. Fabián Sarmiento, quienes durante mi formación académica me brindaron su apoyo, orientación y valiosos consejos. Sus palabras exigentes, acompañadas de su ejemplo profesional, fueron una guía constante que fortaleció mi carácter, impulsó mi crecimiento personal y me motivó a alcanzar esta meta tan importante.

**Nicole Nuñez**

## **AGRADECIMIENTO**

Extiendo un especial agradecimiento a la Universidad Tecnológica Indoamérica, por brindarme una educación de calidad, un espacio de crecimiento personal y profesional, y por fomentar en mí valores éticos, responsabilidad y compromiso con la sociedad.

De igual manera, mi gratitud al Camal de Calacalí, por abrirme sus puertas y permitir el desarrollo de este trabajo de investigación, brindando las facilidades y el apoyo necesario para llevar a cabo mi tesis.

Finalmente, agradezco a mis amigos por su compañerismo, apoyo y palabras de aliento que hicieron de este camino una experiencia enriquecedora y llena de aprendizaje compartido.

**Nicole Nuñez**

## Índice de contenidos

MEDIDAS ERGONÓMICAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS .....	i
AUTORIZACIÓN.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	iv
APROBACIÓN PAR EXAMINADOR .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
Índice de contenidos .....	viii
TEMA: MEDIDAS ERGONÓMICAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
Capítulo I .....	1
Introducción .....	1
Antecedentes.....	3
Marco Teórico .....	4
Ergonomía.....	4
Seguridad y salud ocupacional.....	5
Decreto CD 255 (Reglamento de seguridad de salud de los trabajadores) .....	5
Aplicación del método OWAS .....	5
Aplicación del método Check list Oera.....	6
Aplicación del método NIOSH .....	6
Justificación .....	7
Objetivos .....	8
Objetivo General .....	8
Objetivos Específicos .....	8
Capítulo II .....	9
Ingeniería Del Proyecto .....	9
Diagnóstico de la situación actual de la empresa .....	9
Levantamiento de procesos del faenamiento mediante diagrama de tortuga.....	10
Diagramas de Flujo de Cada Subproceso.....	12
Interpretación de la elaboración del mapeo de procesos y subprocesos .....	16
Identificación y evaluación de riesgos .....	16

Conclusión de la evaluación de la matriz IPER GTC-45 .....	23
Cuestionario Nórdico de Kuorinka .....	23
Evaluación ergonómica de posturas forzadas.....	26
Puesto de trabajo de recepción de bovinos .....	26
Movimientos repetitivos.....	69
Puesto de trabajo área de vísceras.....	69
Levantamiento Manual de Cargas .....	74
Puesto de trabajo de área de vísceras .....	74
Conclusión del diagnóstico general .....	80
Área de estudio .....	81
Objeto de estudio: Medidas ergonómicas en los puestos de trabajo del proceso de faenamiento de bovinos. ....	81
Modelo operativo .....	81
Desarrollo del modelo operativo .....	82
Selección de una banda transportadora .....	82
Transporte de vísceras mediante bandejas.....	82
Programa de pausas activas .....	82
Selección de un exoesqueleto .....	82
Capítulo III.....	83
Propuesta y Resultados Esperados .....	83
Presentación de la propuesta .....	83
Selección de alternativas de mecanismos para reducir el factor de riesgo de posturas forzadas .....	83
Evaluación de parámetros de selección.....	86
Selección de la banda transportadora.....	87
Parámetros de diseño .....	88
Cálculo de potencia del Motorreductor ( <i>P</i> ).....	89
Cálculo estructural del bastidor (Resistencia del AISI 304) .....	89
Cálculo de los ejes ( <b>Ø25mm AISI 1045</b> ) .....	90
Características de la banda transportadora seleccionada .....	90
Programa de Pausas activas.....	92
Descripción del programa.....	92
Objetivo General .....	92
Objetivos específicos.....	92
Rutina de Pausas activas.....	93

Cronograma de bienestar .....	96
Actores de liderazgo y participación de responsables .....	96
Plan de seguimiento a pausas activas .....	97
Selección de un exoesqueleto Laevo Flex .....	97
Características del exoesqueleto Leavo Flex.....	98
Cálculos biomecánicos de exoesqueleto .....	99
Tabla antropométrica.....	99
Cálculo de la fuerza ejercida por el peso corporal.....	100
Cálculo del momento biomecánico lumbar sin la aplicación del exoesqueleto .....	101
Reducción del momento lumbar con la aplicación de exoesqueleto .....	101
Resultados esperados .....	102
Cronograma de implementación de la propuesta.....	103
Análisis de costos.....	104
Evaluación de rentabilidad económica (VAN y TIR).....	105
Capítulo IV.....	107
Conclusiones y Recomendaciones .....	107
Conclusiones.....	107
Recomendaciones .....	108
Bibliografía.....	109
Bibliografía .....	109
Anexos.....	112

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Resultados de cuestionario Nórdico de Kuorinka .....	25
<b>Tabla 2</b>	Evaluación en el área de recepción de bovinos. ....	26
<b>Tabla 3</b>	Resultado de evaluación del área de recepción de bovinos.....	30
<b>Tabla 4</b>	Frecuencia relativa segmento espalda. ....	30
<b>Tabla 5</b>	Frecuencia relativa segmento brazos. ....	30
<b>Tabla 6</b>	Frecuencia relativa segmento piernas. ....	31
<b>Tabla 7</b>	Evaluación en el área de aturdimiento. ....	31
<b>Tabla 8</b>	Resultados de la evaluación del área de aturdimiento. ....	33
<b>Tabla 9</b>	Frecuencia relativa segmento espalda. ....	33
<b>Tabla 10</b>	Frecuencia relativa segmento brazos. ....	33
<b>Tabla 11</b>	Frecuencia relativa segmento piernas. ....	34
<b>Tabla 12</b>	Evaluación en área de Desangrado. ....	34
<b>Tabla 13</b>	Resultado de la evaluación del área de Desangrado. ....	39
<b>Tabla 14</b>	Frecuencia relativa segmento espalda. ....	39
<b>Tabla 15</b>	Frecuencia relativa segmento brazos. ....	39
<b>Tabla 16</b>	Frecuencia relativa segmento piernas. ....	40
<b>Tabla 17</b>	Evaluación del área de descuerado. ....	40
<b>Tabla 18</b>	Resultado de la evaluación del área de Descuerado. ....	45
<b>Tabla 19</b>	Frecuencia relativa segmento espalda. ....	45
<b>Tabla 20</b>	Frecuencia relativa segmento brazos. ....	45
<b>Tabla 21</b>	Frecuencia relativa segmento piernas. ....	46
<b>Tabla 22</b>	Elaboración del área de Cuarteo. ....	46
<b>Tabla 23</b>	Resultado de evaluación del área Cuarteo.....	49
<b>Tabla 24</b>	Frecuencia relativa segmento espalda. ....	50
<b>Tabla 25</b>	Frecuencia relativa segmento brazos. ....	50
<b>Tabla 26</b>	Frecuencia relativa segmento piernas. ....	50
<b>Tabla 27</b>	Evaluación del área de vísceras. ....	51
<b>Tabla 28</b>	Resultado de evaluación del área de vísceras. ....	56
<b>Tabla 29</b>	Frecuencia de relativa segmento espalda. ....	56

<b>Tabla 30</b> Frecuencia relativa segmento brazos. ....	56
<b>Tabla 31</b> Frecuencia relativa segmento piernas. ....	57
<b>Tabla 32</b> Evaluación de área de Despiece.....	57
<b>Tabla 33</b> Resultados de evaluación de área de despiece.....	63
<b>Tabla 34</b> Frecuencia relativa segmento espalda. ....	63
<b>Tabla 35</b> Frecuencia relativa segmento brazos. ....	63
<b>Tabla 36</b> Frecuencia relativa segmento piernas. ....	64
<b>Tabla 37</b> Evaluación del área de Oreo. ....	64
<b>Tabla 38</b> Resultados de evaluación de área de cuarteo.....	67
<b>Tabla 39</b> Frecuencia relativa segmento espalda. ....	67
<b>Tabla 40</b> Frecuencia relativa segmento brazos. ....	68
<b>Tabla 41</b> Frecuencia relativa segmento piernas. ....	68
<b>Tabla 42</b> Evaluación de área de vísceras a Trabajador N°1.....	69
<b>Tabla 43</b> Evaluación del área de vísceras a Trabajador N°2.....	71
<b>Tabla 44</b> Evaluación del área de vísceras a Trabajador N°3.....	72
<b>Tabla 45</b> Evaluación NIOSH al Trabajador N°1.....	74
<b>Tabla 46</b> Evaluación NIOSH al Trabajador N°2.....	76
<b>Tabla 47</b> Evaluación NIOSH al Trabajador N°3.....	78
<b>Tabla 48</b> Tabla comparativa de datos. ....	80
<b>Tabla 49</b> Ventajas y desventajas de banda transportadora.....	84
<b>Tabla 50</b> Ventajas y desventajas de transporte de vísceras.....	85
<b>Tabla 51</b> Valoración de parámetros de selección.....	86
<b>Tabla 52</b> Parámetros de selección. ....	86
<b>Tabla 53</b> Características de elementos.....	88
<b>Tabla 54</b> Ventajas y desventajas de Exoesqueleto Laevo Flex.....	97
<b>Tabla 55</b> Datos antropométricos de las trabajadoras evaluadas.....	100
<b>Tabla 56</b> Resultados esperados Banda transportadora.....	102
<b>Tabla 57</b> Resultados esperados de exoesqueleto.....	103
<b>Tabla 58</b> Análisis de costos.....	104
<b>Tabla 59</b> Obtención de datos.....	105
<b>Tabla 60</b> Flujo de caja del proyecto y flujo acumulado.....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Levantamiento manual de carga.....	3
<b>Figura 2</b>	Ubicación de camal de Calacalí. ....	9
<b>Figura 3</b>	Diagrama de tortuga general del proceso de faenamiento de bovinos. ....	10
<b>Figura 4</b>	Área Recepción de Bovinos. ....	12
<b>Figura 5</b>	Área de Aturdimiento. ....	12
<b>Figura 6</b>	Área de Desangrado.....	13
<b>Figura 7</b>	Área de Descuerado.....	13
<b>Figura 8</b>	Área de Cuarteo.....	14
<b>Figura 9</b>	Área de vísceras.....	14
<b>Figura 10</b>	Área de Despice.....	15
<b>Figura 11</b>	Área de Oreó. ....	15
<b>Figura 12</b>	Matriz IPER subproceso recepción del ganado.....	19
<b>Figura 13</b>	<i>Matriz IPER subproceso aturdimiento.</i> ....	19
<b>Figura 14</b>	Matriz IPER subproceso desangrado.....	20
<b>Figura 15</b>	Matriz IPER subproceso descuerado. ....	20
<b>Figura 16</b>	Matriz IPER subproceso cuarteo. ....	21
<b>Figura 17</b>	Matriz IPER subproceso lavado de vísceras. ....	21
<b>Figura 18</b>	Matriz IPER subproceso despice. ....	22
<b>Figura 19</b>	Matriz IPER subproceso oreo. ....	22
<b>Figura 20</b>	Diagrama de Pareto.....	25
<b>Figura 21</b>	Cinta Transportadora. ....	84
<b>Figura 22</b>	Transporte de vísceras mediante bandejas.....	85
<b>Figura 23</b>	Partes de la banda transportadora. ....	87
<b>Figura 24</b>	Dimensiones de banda transportadora. ....	92
<b>Figura 25</b>	Partes del exoesqueleto Laevo Flex.....	98
<b>Figura 26</b>	Diagrama de Gantt.....	103
<b>Figura 27</b>	Curva S de Flujo de caja acumulado. ....	106

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA

## INDOAMÉRICA

### FACULTAD DE INGENIERÍAS

#### **TEMA: MEDIDAS ERGONÓMICAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL PROCESO DE FAENAMIENTO DE BOVINOS**

**AUTOR:** Patricia Nicole Nuñez Zumba

**TUTOR:** Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

#### **RESUMEN EJECUTIVO**

El estudio se lleva a cabo en la planta de faenamiento de Calacalí, ubicado en Quito, lugar donde se logró detectar que el procesamiento de bovinos depende de una ejecución manual y del uso de herramientas tecnológicas limitadas. Esta situación somete a los operarios a peligros ergonómicos de carácter crítico, se alcanzó a determinar el mantenimiento de posturas ergonómicas desfavorables, la repetición continua de tareas y el manejo constante de peso elevado. Ante este escenario, se propone el diseño de una estrategia ergonómica integral bajo parámetros de seguridad industrial, con la finalidad de reducir los peligros biomecánicos identificados. La ruta metodológica inició con un diagnóstico de procesos mediante diagramas de tortuga y de flujo, seguido de una valoración técnica estandarizada que empleó el sistema de evaluación postural OWAS, para la repetitividad se empleó el Check list OCRA como instrumento de evaluación y NIOSH para examinar la manipulación manual de cargas. Los resultados confirmaron niveles de riesgo inaceptables, evidenciados por categorías 3 y 4 en OWAS y un nivel de riesgo elevado en OCRA. Como solución técnica, se plantea la incorporación de una banda transportadora mecanizada en la sección de viscerado, complementada con un Cronograma de Bienestar que contempla pausas de activación, compensación y reactivación. Con una inversión estimada de \$10.566,40, el análisis económico ratifica la factibilidad de la propuesta al presentar un Valor Actual Neto positivo junto a una Tasa interna de retorno de 20%, superior al costo de oportunidad del capital, fundamentando la recuperación del capital en la disminución del ausentismo y la prevención de patologías laborales. Finalmente, la propuesta se alinea con el Decreto CD 255, favoreciendo el bienestar osteomuscular de cada operador y elevando la eficiencia de productividad del establecimiento.

**DESCRIPTORES:** banda transportadora, ergonomía, faenamiento, salud ocupacional

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA**

**INDOAMÉRICA**

**FACULTY OF ENGINEERING**

**TOPIC: ERGONOMIC MEASURES IN WORKPLACES INVOLVED IN THE  
SLAUGHTERING OF CATTLE**

**AUTOR:** Patricia Nicole Nuñez Zumba

**TUTOR:** Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

**Abstract**

This study was conducted at the Calacalí slaughterhouse plant in Quito, where it was determined that bovine processing relies on manual execution and limited technological tools. This situation exposes operators to critical ergonomic hazards, including the maintenance of unfavorable ergonomic postures, continuous repetition of tasks, and constant handling of heavy weights. In response to this scenario, an integral ergonomic strategy is proposed based on industrial safety parameters, aimed at reducing the identified biomechanical risks. The methodological approach began with a process diagnosis using turtle and flow diagrams, followed by a standardized technical assessment that employed the OWAS postural evaluation system; for repetitiveness, the OCRA Checklist was used as an evaluation instrument, and NIOSH for examining manual load handling. The results confirmed unacceptable risk levels, evidenced by categories 3 and 4 in OWAS and a high-risk level in OCRA. As a technical solution, the incorporation of a mechanized conveyor belt in the evisceration section is proposed, complemented by a Wellness Schedule that includes activation, compensation, and reactivation breaks. With an estimated investment of \$10.566,40, the economic analysis confirms the feasibility of the proposal, presenting a positive Net Present Value and an Internal Rate of Return of 20%, exceeding the cost of capital opportunity, thus justifying capital recovery through reduced absenteeism and prevention of occupational pathologies. Finally, the proposal aligns with Decree CD 255, promoting the musculoskeletal well-being of each operator and enhancing the plant's productivity efficiency.

**DESCRIPTORS:** conveyor belt, ergonomics, slaughtering, occupational health

## **Capítulo I**

### **Introducción**

En el estudio que se presenta se detalla las condiciones ergonómicas a las que se somete el personal operativo a lo largo de las etapas del faenamiento de bovinos, identificando amenazas ergonómicas tales como posiciones corporales exageradas, la manipulación manual de cargas y la reiteración de actividades. Estas exigencias físicas incrementan la probabilidad de generar problemas musculoesqueléticos, perjudicando directamente la salud de cada operario y en su desempeño laboral.

Según los lineamientos de la (OIT), Y su contexto del mercado cárnico a nivel mundial existe cierto problema considerable ya que el proceso que se maneja en el faenamiento es una de las más peligrosas debido a la frecuencia con la que se presentan los accidentes. Durante el periodo correspondiente al año 2022, se inspeccionaron una cifra superior a los 100.000 eventos accidentales documentados en este segmento productivo, arrojando un valor promedio de 270 accidentes por cada 24 horas. (Chancay Veliz, 2024)

Mundialmente las metodologías de mayor aplicación para la evaluación ergonómica del área operativa son diversos los que se pueden aplicar, entre ellos se destaca las herramientas seleccionadas como las metodologías OWAS, CHECK LIST OCRA y NIOSH ya que permiten evaluar en general, se aumentó “la magnitud de la amenaza de segmentos corporales específicos” en todas las áreas del proceso de faenamiento, particularmente en el área de aturdimiento, desangrado, descuerado, eviscerado y despiece, fruto de las adopciones posturales extremas, entre estas es el permanecer parado en la jornada completa ejecutando movimientos frecuentes y levantar cargas que sobre pasa el límite permitido, que les ocasionan fatigas en la zona de la espalda. (Saavedra Rebatta, 2023)

En base a la pertinencia de este estudio de caso se fundamenta en que, a escala global, los eventos accidentales en el procesamiento de carnes representan una tasa media de 2,5 respecto al total de contingencias laborales, de acuerdo a la información proporcionada por la OIT.

Dentro del territorio ecuatoriano, los accidentes que se han presentado problemas en la industria cárnica implican una situación crítica para los servicios de salud pública con un reporte anual que excedió los 2,000 accidentes en el año 2022, el sector mantiene preocupante tasa de promedio de 5 lesiones que se documentan diariamente. En Ecuador, este porcentaje es el 1%, La Organización Internacional de Trabajo ha implementado un conjunto de estándares globales que dictan las facultades y responsabilidades tanto en las entidades patronales de cada operador dentro de las condiciones de seguridad laboral, dichas directrices internacionales se deben acatar de manera obligatoria, para los países que se han suscrito tales convenios. Dentro del ordenamiento jurídico ecuatoriano, se establece que las empresas tienen la responsabilidad de proporcionar condiciones laborales seguras que resguarden la salud y estabilidad física de sus trabajadores. (Chancay Veliz, 2024)

Las medidas ergonómicas que se maneja para el proceso de faenamiento de bovinos en el camal de Calacalí exigen la mejora del planteamiento técnico de las áreas de desempeño operativo, la implementación de herramientas adecuadas, rotación de tareas, la aplicación de programas de pausas laborales, el uso de sistemas de elevación del impulso de entornos laborales que favorezcan la salud integral. Estas acciones buscan reducir las adopciones posturales extremas y la manipulación física de objetos pesados por parte del operario **Figura 1** y movimientos repetitivos, así como prevenir las posturas incómodas y las fuerzas ejercidas con la finalidad de asegurar que las condiciones sean favorables para la prevención de riesgos de todos los trabajadores en el camal de Calacalí y el resto de mataderos en la ciudad de Quito.

## **Figura 1**

*Levantamiento manual de carga.*



Nota: se presenta una evidencia del levantamiento manual de cargas. Elaborada por la investigadora (2025).

### **Antecedentes**

En el camal de bovinos, ubicado en Calacalí, objeto de la investigación, los colaboradores de la ejecución de las tareas del faenamiento de bovinos se enfrentan a condiciones laborales de manera diaria, poco convenientes para la salud y el desempeño de cada uno de ellos desde la perspectiva ergonómica, los factores de vulnerabilidad ergonómica identificados en los trabajadores de los puestos de trabajo implican manipulación manual de cargas, mantenimiento de posturas inadecuadas y acciones repetitivas; generando malestar, fatiga musculares, trastornos musculo-esqueléticos, principalmente afectando la parte baja de la espalda, perjudicando a la eficiencia en la productividad laboral al igual que en la asistencia personal.

Asimismo, la falta de maquinaria adecuada, la carencia de pausas activas, carros de transporte de canales exige a los operarios someterse a esfuerzos intensos y movimientos forzados incrementando el riesgo de aparición de lesiones y la ocurrencia de sucesos laborales.

En concordancia con la Resolución CD 255 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), correspondiente al reglamento de seguridad y salud de los trabajadores, el artículo 45 establece que los factores ergonómicos de riesgo son los que se han generado por realizar fuerza excesiva, posturas forzadas o movimientos repetitivos mientras ejecutan su labor ya que estas pueden ocasionar cansancio, fatiga, accidentes, enfermedades ocupacionales o los trastornos musco-esqueléticos se asocian, en gran medida a deficiencias en el diseño ergonómico de las instalaciones, así como la inadecuada disposición del equipamiento, herramientas y estaciones de trabajo. (Trabajo & Ministerio, 2024)

Ante esta situación, se presenta la pertinencia de introducir una intervención ergonómica integral que tenga presente los controles en el entorno laboral como las capacitaciones en posturas correctas, en pausas activas, implementación de equipos, medidas preventivas reduciendo el malestar, lesiones musculoesqueléticas, la propuesta se plantea como una alternativa efectiva para proteger el resguardo de la salud de cada trabajador y mejorar la producción del centro de faenamiento.

## **Marco Teórico**

### ***Ergonomía***

Se entiende por ergonomía a la ciencia que se centra en la optimización de adaptar la conexión del factor humano y el medio que lo rodea. Sin embargo, se realiza una serie de procedimientos que conllevan a un aumento de riesgo a los trabajadores por lo que afecta directamente a la ergonomía. Por lo tanto, los empleados proporcionan ciertos componentes que pueden generar altos riesgos que comprometen los índices de salud y el desempeño óptimo del humano. Sin embargo, al objetivo que se trata de llegar con este artículo de revisión es tener de manera clara cuales son las condiciones ergonómicas adversas. La criticidad en las estaciones de trabajo revela que la génesis de estos problemas reside de una sobrecarga posturas no adecuada y una configuración deficiente a las tareas, (Bajaña, 2021).

### ***Seguridad y salud ocupacional***

Corresponde a una estructura normativa que integra distintas áreas de disciplina cuidando el entorno que los rodea impidiendo que existan accidentes o enfermedades catastróficas que incluye la prevención, un mejor manejo de eventos adversos y condiciones del peligro en las áreas de trabajo de cada operario fomentando condiciones que favorezcan la salud ocupacional. (Sánchez-Oropeza, 2022)

### ***Decreto CD 255 (Reglamento de seguridad de salud de los trabajadores)***

La normativa ecuatoriana proporciona la base necesaria para instaurar medidas de control técnico y adecuaciones ergonómicas dentro de los espacios laborales. En este sentido, el Decreto 255, en su artículo 45, determina que los equipos, herramientas y funciones deben acoplarse a las capacidades físicas del personal, con el propósito de impedir que se presente frecuencia de movimientos y el mantenimiento de posiciones corporales extremas que sobrecargan el musculo esquelético. Esta determinación se relaciona directamente con el estudio que se realiza, al respaldar la necesidad de mejorar las condiciones del área evaluada. (Trabajo & Ministerio, 2024)

### ***Aplicación del método OWAS***

La concepción del método OWAS surgió por el Instituto Ovako de Finlandia en el transcurso de los años 70, con la finalidad de auditar y tipificar las posturas que el recurso humano mantiene durante la ejecución de las tareas. Este método permite identificar las desviaciones posturales críticas que involucran el tronco, así como las extremidades superiores e inferiores, así también la manipulación de cargas, asignándoles una codificación sistemática que cuantifica la magnitud del riesgo ergonómico (Mas & Jose , 2015). Cabe mencionar que la clasificación se realiza mediante la observación directa o registro fotográfico, esto nos facilita el direccionamiento de las inversiones y rediseños técnicos para reducir la probabilidad de manifestación de lesiones musculoesqueléticas.

Un grupo de investigadores (Escalante , Nuñez , & Izquierdo , 2018) mencionan que el método OWAS es un recurso metodológico funcional y rápida para el diagnóstico integral general sobre los puestos de trabajo, detectando aquellas posturas que podrían ocasionar cuadros clínicos derivados de la exposición al riesgo. Su estudio facilita en la toma de decisiones y empezar con el rediseño de tareas, puestos de trabajo y proceso.

### ***Aplicación del método Check list Ocra***

El sistema de monitoreo Check List OCRA se especializa en diagnosticar ergonómicamente de los segmentos corporales superiores, evaluando la carga física por repetitividad. El objetivo de este instrumento es establecer un indicador que refleja el nivel de exigencia física, anticipando la aparición de afecciones físicas en el trabajador conforme avanza su jornada laboral. ( Jose & Diego, 2015)

Esta metodología se distingue por cuantificar la peligrosidad ergonómica basada en la posibilidad de desarrollar patologías musculoesqueléticas derivadas de la repetitividad, exigencia de fuerza, posturas estáticas o forzadas y la ausencia de descansos adecuados; todos estos criterios están alineados con las directrices de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA). Bajo este consenso global, el Check List OCRA se posiciona como el instrumento estándar y validado normativamente en ISO 11228-3 y UNE-EN 1005-5 para diagnosticar riesgos en el complejo articular del hombro, así como en los segmentos distales del miembro superior. (Uzhca Sagbay, 2021)

### ***Aplicación del método NIOSH***

La aplicación de la ecuación desarrollada por NIOSH, se pueden valorar técnicamente las tareas relacionadas con el levantamiento manual de cargas. A partir de su cálculo se determina el RWL, que define el umbral de peso aconsejable para salvaguardar la salud osteomuscular del trabajador en condiciones operativas dadas. Además de predecir la aparición de trastornos lumbares bajo parámetros específicos, los coeficientes obtenidos durante el proceso evaluativo ofrecen directrices claras para implementar modificaciones técnicas que optimicen la seguridad biomecánica durante la carga. ( Jose & Diego, 2015)

Por ello, la identificación de posturas de riesgo a través de la ejecución de los siguientes instrumentos OWAS, CHECK LIST OCRA Y NIOSH permitirá aplicar medidas ergonómicas efectivas, mejorando los estándares de salud ocupacional, el bienestar integral y optimizando eficiencia de la cadena de producción ejecutada en del Camal.

### ***Justificación***

La propuesta de aplicar estas soluciones ergonómicas en los entornos de cada actividad que tiene el esquema de ejecución de tareas del faenamiento de bovinos es de gran **importancia** debido a las exigencias físicas y condiciones posturales a las que el personal se enfrenta todos los días, Al poner en práctica estas medidas se reducen los accidentes, el levantamiento de cargas manuales, las lesiones musculoesqueléticas, contribuyendo así a la mejora del estado de salud ocupacional de los colaboradores.

El **impacto** de estas medidas se evidencia en varios niveles como el aumento de desempeño operativo dentro de la cadena del procesamiento, reduce los errores de malestares o fatiga y refuerza la seguridad y bienestar laboral de cada trabajador, su **utilidad** se basa en brindar soluciones prácticas y eficientes, como implementar equipos-herramientas adecuados, realizar ciclos de descanso activo y jornadas de sensibilización ergonómica para un perfeccionado manejo postural, se las puede poner en práctica inmediatamente.

Primordialmente los **beneficiarios** que al llevar a cabo estas acciones es el grupo de de colaboradores que integran la cadena de faenamiento, ya que se verán mejoradas las condiciones de salud y del puesto de trabajo, la administración operativa del centro de faenamiento al disponer de un proceso más productivo y seguro en la producción de la carne.

Es **viable** implementar la propuesta presentada ya que se basa en capacitaciones que requieren recursos accesibles y no requieren de cambios estructurales complejos, Además, su

ejecución progresiva ayuda a analizar resultados y realizar mejoras continuas asegurando un desempeño y una productividad en el camal y una seguridad en la salud ocupacional duradera.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

Establecer soluciones de mejora ergonómica en las áreas de actividades de faenamiento de bovinos, mediante la gestión del riesgo de adopción de posiciones inadecuadas, la excesiva repetitividad de las tareas y al levantamiento manual de masa pesada, evitando accidentes en el entorno laboral y posibles enfermedades profesionales.

### ***Objetivos Específicos***

- Establecer los procesos de faenamiento de bovinos, mediante diagramas de tortuga y diagramas de flujo determinando los puestos de trabajo con mayor incidencia ergonómica.
- Evaluar la exposición de riesgo en las áreas operativas a través de instrumentos de evaluación técnica identificando y clasificando los niveles de riesgo asociados a cada actividad.
- Diseñar medidas ergonómicas a través de la gestión del riesgo en el origen, el canal de exposición y en los trabajadores modificando los puestos laborales.

## Capítulo II

### Ingeniería Del Proyecto

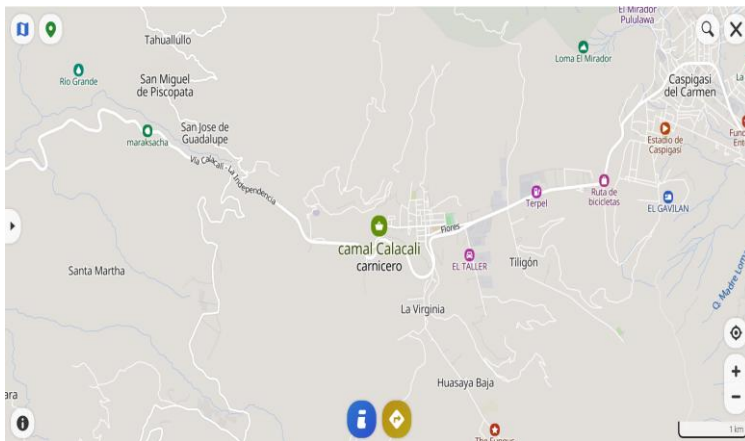
#### Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Dicho centro de faenamiento bovino objeto de estudio se encuentra localizado en la parroquia de Calacalí, Se encuentra en la ciudad de Quito, en un sector donde confluye el acceso hacia comunidades rurales cercanas y hacia rutas de distribución de producto cárnico para entregar a todos los mercados más cercanos del norte del Distrito.

Esta ubicación resulta fundamental ya que accede la entrada de los animales procedentes de ganaderías, así como la salida de producto hacia los diferentes puntos de comercialización. A continuación, la **Figura 2** muestra el lugar geográfico referencial del camal dentro de la parroquia de Calacalí.

#### Figura 2

*Ubicación de camal de Calacalí.*



Este centro de faenamiento presenta actualmente condiciones ergonómicas desfavorables que afectan de forma directa a cada trabajador que interviene en las diferentes áreas de este proceso. Durante el cumplimiento de las labores se ha demostrado que es constante la alta frecuencia de ciclos de trabajo, manipulación de pesos y posturas no neutrales, conformando así un escenario de exhibición continua que comprometen la higiene postural.

La ausencia de sistemas de planificaciones formales de pausas activas, la falta de inducción periódica en higiene postural y el escaso control sobre la organización del trabajo agravan la situación. Consecuentemente, los trabajadores refieren molestias musculares recurrentes, fatiga física y episodios dolorosos principalmente en región lumbar y extremidades superiores, lo cual repercute en la productividad y continuidad de sus actividades.

Las entidades empleadoras deben controlar las exposiciones colaterales de sobreesfuerzos físicos, frecuencia de movimientos y posturas inadecuadas, debido a que estos incrementan la posibilidad de trastornos musculoesqueléticos y trastornos de salud ocupacional. En este caso en el camal de Calacalí, se evidencia que los mecanismos de control ergonómico aún no han sido gestionados e implementados de manera formal, lo que genera brechas entre el marco legal y las prácticas operativas vigentes en el centro de faenamiento de bovinos.

Frente a esta problemática, está siendo justificada la importancia de poner en práctica las herramientas de valoración ergonómica que faciliten el reconocimiento y la categorización de las amenazas de mayor impacto para el operario, a continuación, se procederá a plantear medidas ergonómicas de intervención enfocadas en mejorar las posturas de trabajo, reducir la fatiga osteomuscular y atenuar la frecuencia de los ciclos de trabajo redundantes.

### **Levantamiento de procesos del faenamiento mediante diagrama de tortuga**

El levantamiento del proceso de faenamiento se realizó a través de un diagrama de tortuga con el fin de identificar de forma completa cada una de los subprocesos. Esta herramienta permite discernir los requerimientos iniciales, los entregables de flujo, el soporte logístico y el marco de autoridad, controles e indicadores, ayudando a la estandarización del proceso general, la evaluación de los factores de peligro y el progreso constante de los procesos. Además, fortalecer las condiciones laborales dentro del camal de Calacalí.

**Figura 3**

Diagrama de tortuga general del proceso de faenamiento de bovinos.

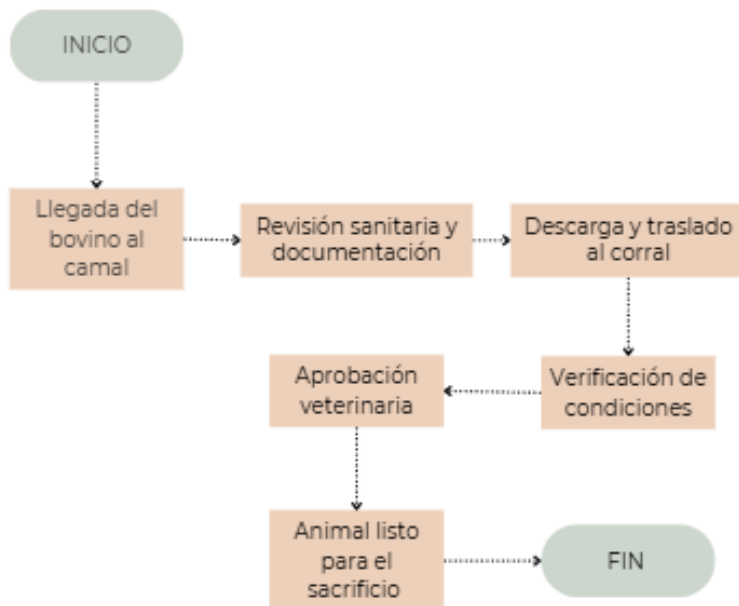


Posterior a la elaboración del diagrama de tortuga del proceso general se genera una clasificación clara de cada uno de los subprocesos que pertenecen al faenamiento de bovinos. Al detallar de manera individual cada uno de estos permite visualizar de forma más completa como opera cada trabajador, los materiales que utilizan, los riesgos que presentan. En este sentido, se ilustran los flujogramas individuales respectivos a cada una de las áreas operativas fundamentales del proceso.

## Diagramas de Flujo de Cada Subproceso

**Figura 4**

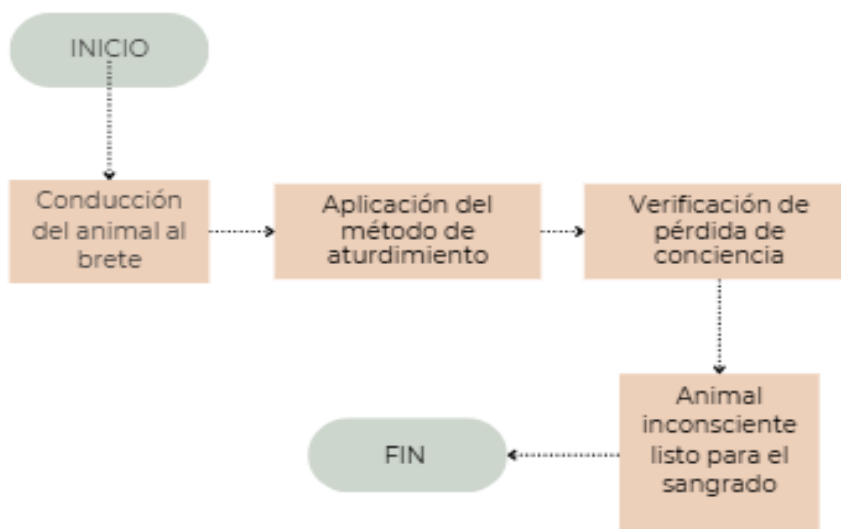
*Área Recepción de Bovinos.*



Nota. Levantamiento de subproceso de Recepción de bovinos (2026).

**Figura 5**

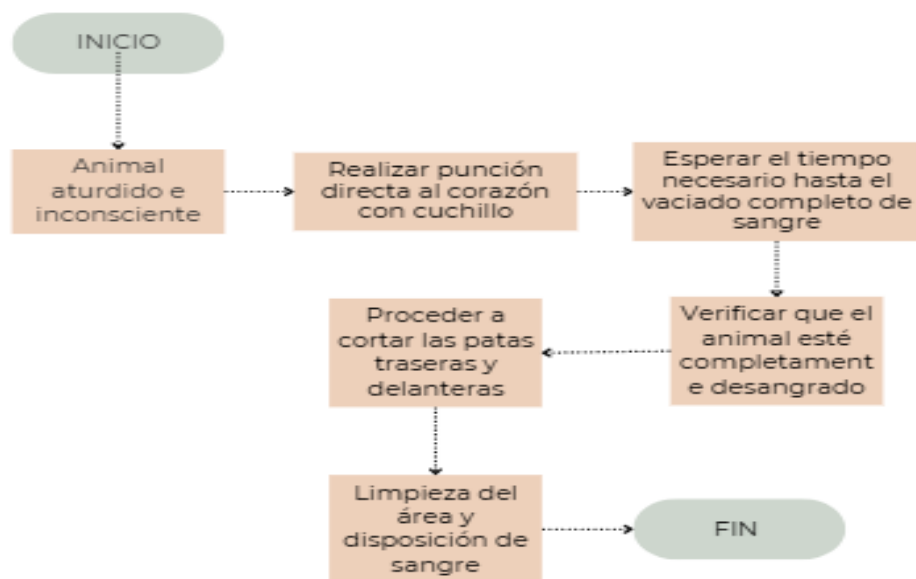
*Área de Aturdimiento.*



Nota. Levantamiento de subproceso de Aturdimiento (2026).

**Figura 6**

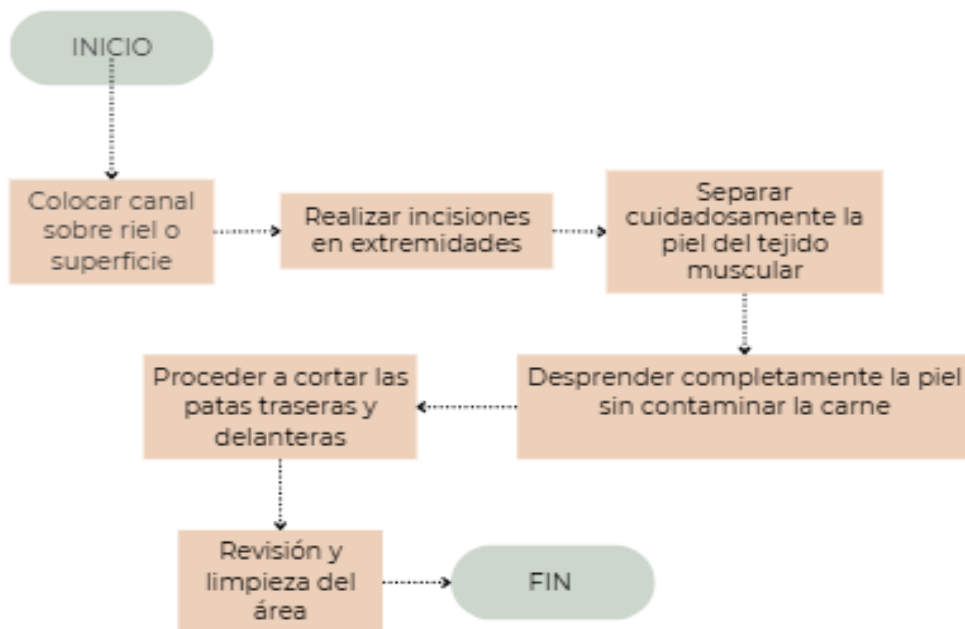
*Área de Desangrado.*



Nota. Levantamiento de subproceso de Desangrado (2026).

**Figura 7**

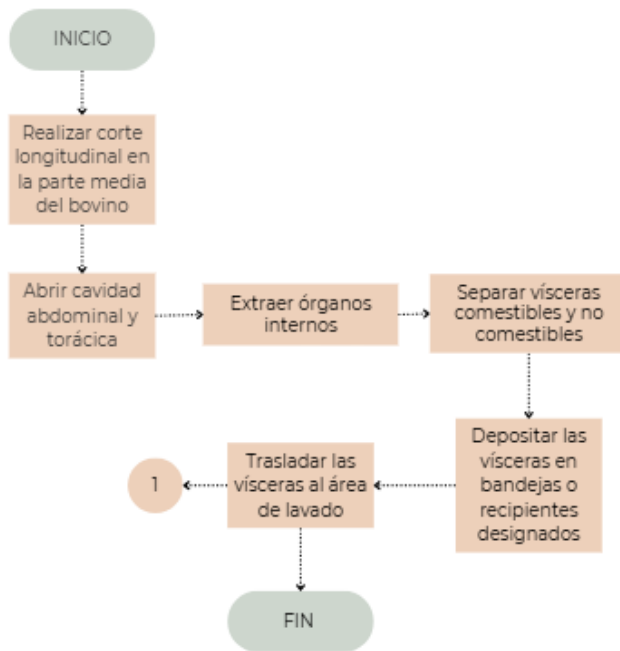
*Área de Descuerado.*



Nota. Levantamiento de subproceso de Descuerado (2026).

**Figura 8**

*Área de Cuarteo.*



Nota. Levantamiento de subproceso de Cuarteo (2026).

**Figura 9**

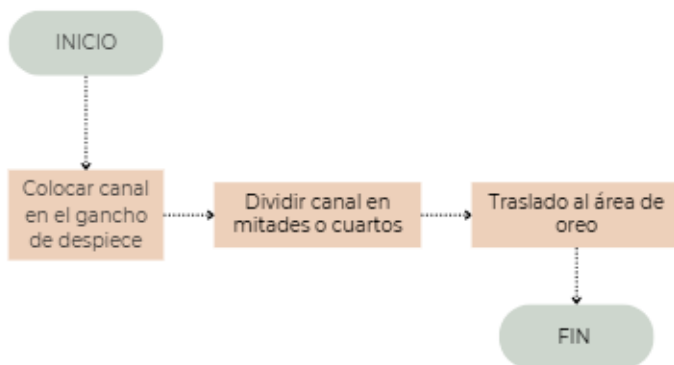
*Área de vísceras.*



Nota. Levantamiento de subproceso de Vísceras (2026).

**Figura 10**

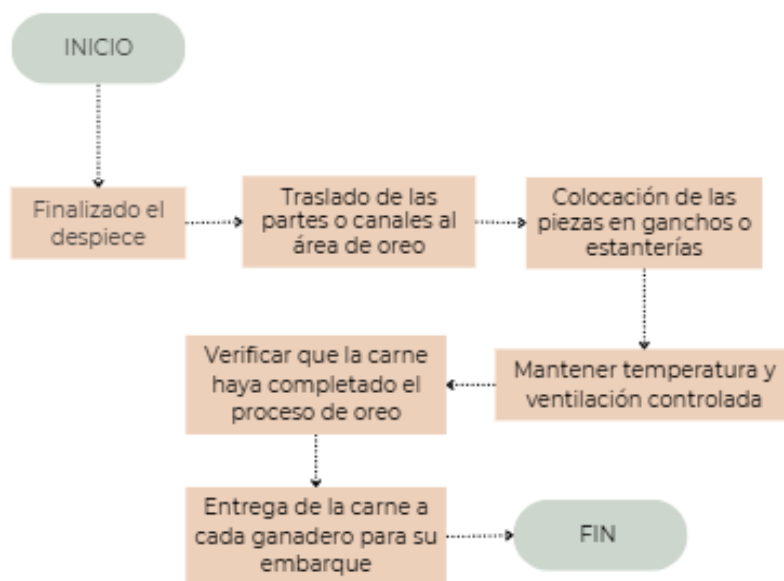
*Área de Despiece.*



Nota. Levantamiento de subproceso de Despiece (2026).

**Figura 11**

*Área de Oreo.*



Nota. Levantamiento de subproceso de Oreo (2026).

## **Interpretación de la elaboración del mapeo de procesos y subprocesos**

Una vez ejecutado el levantamiento de los subprocesos se evidencia que existen 8 en los cuales se tiene un puesto de trabajo definido para la ejecución de tareas o actividades que involucra el faenamiento de bovinos; los mismos que deben ser evaluados a través de la exposición de peligros o factores de riesgo laboral.

El siguiente paso es aplicar una matriz IPER con la metodología GTC 45 con la cual se realizará la identificación y gestión proactiva de los riesgos detectados.

## **Identificación y evaluación de riesgos**

Para diagnosticar y ponderar las variables de riesgo es necesario utilizar la herramienta de evaluación, para este estudio se considera la matriz IPER GTC-45, el propósito es valorar los diferentes grados de peligrosidad en las distintas áreas de desempeño que conforman al proceso de faenamiento de bovinos en el camal de Calacalí, estableciendo los peligros con mayor preponderancia a fin de que se facilite de adopción de soluciones técnicas y afirmar que haya buena calidad de vida laboral del colaborador en cada estación de labor, garantizando resultados positivos a las necesidades de cada puesto.

Todas las empresas tienen el deber de cuidar la salubridad y la estabilidad física de los operarios, certificando que tengan un entorno laboral adecuado, limpio y atractivo, como obligación se exige la ejecución de acciones preventivas a los posibles accidentes laborales y que a lo largo del tiempo impidan que aparezcan ciertos de trastornos de salud ocupacional. Por este motivo el propósito central del actual estudio es realizar una matriz para el diagnóstico y estimar la magnitud de amenazas fundamentada en los lineamientos de la GTC-45. Con el fin de ejecutar esta matriz, se aplicó este protocolo de valoración, ya que se apoyó en un levantamiento de información en el interior del camal, se prestó atención directamente

la variedad de procesos que cada uno de los trabajadores deben realizar. (Dueñas Velásquez, & Rondón Moreno, , 2023)

En el Centro de Faenamiento de Calacalí laboran 19 operarios en 8 subprocesos, cada uno asignado a diversas actividades que demandan una elevada carga biomecánica y exposición a condiciones potencialmente adversas, Ante este panorama, surge el requerimiento de ejecutar los reconocimientos de peligros y la valoración de amenazas detectadas en las distintas áreas de trabajo, mediante la aplicación del modelo evaluativo GTC-45.

Los dos operarios que realizan el proceso de recepción del ganado están expuestos a posturas forzadas al momento de ingresar los bovinos a los corrales. Con el fin de mostrar su uso práctico, a continuación, se explica un caso que toma en cuenta los valores del Anexos :

$$NR = NP \times NC \quad (1)$$

Donde:

Nivel de riesgo es  $NR$ .

Nivel de probabilidad es  $NP$ .

Nivel de consecuencia es  $NC$ .

$$NP = NE \times ND \quad (2)$$

Nivel de exposición es  $NE$ .

Nivel de deficiencia es  $ND$ .

$NP$  que examina el  $NE$  y el  $ND$ . Para esto se procede a realizar la siguiente evaluación.

Ejemplo de aplicación utilizando el

$$NP = 3 \times 10$$

$$NP = 30$$

El resultado del nivel de probabilidad es 30 quiere decir que es muy alto, en función de ello, se procede a la inserción de los datos recolectados para la estimación del riesgo.

$$NR = 25 \times 30$$

$$NR = 750$$

El nivel de riesgo dio como resultado 750, es decir, que el nivel de intervención es I, por lo tanto, no es aceptable, es decir, se deben tomar medidas de intervención urgente. Con este método se realizan las evaluaciones a todos los puestos de trabajo del camal de Calacalí.

**Figura 12**

*Matriz IPER subproceso recepción del ganado.*

PROCESO	LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	RUTINARIAS SI/NO	PELIGROS		EFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORACIÓN DEL RIESGO		CRITERIOS PARA CONTROLES			MEDIDAS DE INTERVENCIÓN					
					DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE EXPOSICIÓN (H)	NIVEL DE EXPOSICIÓN (M)	NIVEL DE PROBABILIDAD (M/NH)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO INTERVENCIÓN (M/NH)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	Nº DE EXPOSITOS	PROM CON FRECUENCIA	EXISTE REQUERIMIENTO LEGAL ESPECÍFICO (SI/NO)	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROL DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS/ ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
Fanamiento de bovinos	Cama de Caball	Recepción del Bovino	Descarga y conducción al corral	SI	Posturas forzadas	Ergonómico	Dolor muscular y fatiga	Ninguno	Ninguno	Ninguno	10	3	30	Muy Alto(MA)	25	750	I	NO ACEPTABLE	2	Fatiga muscular	SI				Señalética	Dotar con equipos de protección personal
																									Pausas activas	Dotar con equipos de protección personal
																									Utilizar ayudas mecánicas	Dotar con equipos de protección personal
																									Inspección de equipos	Dotar con equipos de protección personal

Nota. El resultado de riesgo es muy alto, requiere intervención urgente.

**Figura 13**

*Matriz IPER subproceso aturdimiento.*

PROCESO	LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	RUTINARIAS SI/NO	PELIGROS		EFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORACIÓN DEL RIESGO		CRITERIOS PARA CONTROLES			MEDIDAS DE INTERVENCIÓN							
					DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE EXPOSICIÓN (H)	NIVEL DE EXPOSICIÓN (M)	NIVEL DE PROBABILIDAD (M/NH)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO INTERVENCIÓN (M/NH)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	Nº DE EXPOSITOS	PROM CON FRECUENCIA	EXISTE REQUERIMIENTO LEGAL ESPECÍFICO (SI/NO)	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROL DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS/ ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL		
Creación Productiva	Planta	Aturdimiento	Sujeción y posicionamiento del animal	SI	Movimientos repetitivos	Ergonómico	tendinitis en muñecas	Ninguno	Ninguno	Ninguno	6	3	18	Alto(A)	25	450	II	NO ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECÍFICO	1	Degeneración de tendones	SI				Cubierta protectora	Señalética	Dotar con equipos de protección personal	
																											Dotar con equipos de protección personal	
																										Cubierta protectora	Señalética	Dotar con equipos de protección personal
																											Señalética	Dotar con equipos de protección personal

Nota. El resultado de riesgo es alto, requiere control específico.





**Figura 18**

*Matriz IPER subproceso despiece.*

PROCESO	LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	RUTINARIAS SI / NO	PELIGROS		EFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORACIÓN DEL RIESGO	CRITERIOS PARA CONTROLES			MEDIDAS DE INTERVENCIÓN						
					DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA (NE)	NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	NIVEL DE PROBABILIDAD (NE/ND)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO E INTERVENCIÓN (NR)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	Nº DE EXPUESTOS	RIESGO CON SECUENCIA	EXISTE REQUISITO LEGAL ESPECÍFICO (R o NO)	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROL DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS/ ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL
Faenamiento de bobinos	Camal de Calacali	Despiece	Corte de carne	Si	Posturas forzadas	Ergonómico	Problemas musculares y varices	Ninguno	Ninguno	Ninguno	10	4	40	Muy Alto(MA)	25	1000	I	NO ACEPTABLE	2	Varices	Si				Señalética	Dotar con equipos de protección personal
																									Pausas activas	Dotar con equipos de protección personal
																									Utilizar ayudas mecánicas	Dotar con equipos de protección personal
																									Inspección de equipos	Dotar con equipos de protección personal

Nota. El resultado de riesgo es muy alto, requiere intervención urgente

**Figura 19**

*Matriz IPER subproceso oreo.*

PROCESO	LUGAR	ACTIVIDADES	TAREAS	RUTINARIAS SI / NO	PELIGROS		EFECTOS POSIBLES	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO					VALORACIÓN DEL RIESGO	CRITERIOS PARA CONTROLES			MEDIDAS DE INTERVENCIÓN							
					DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN		FUENTE	MEDIO	INDIVIDUO	NIVEL DE DEFICIENCIA (NE)	NIVEL DE EXPOSICIÓN (NE)	NIVEL DE PROBABILIDAD (NE/ND)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE PROBABILIDAD	NIVEL DE CONSECUENCIA	NIVEL DE RIESGO E INTERVENCIÓN (NR)	INTERPRETACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	Nº DE EXPUESTOS	RIESGO CON SECUENCIA	EXISTE REQUISITO LEGAL ESPECÍFICO (R o NO)	ELIMINACIÓN	SUSTITUCIÓN	CONTROL DE INGENIERÍA	CONTROLES ADMINISTRATIVOS, SEÑALIZACIÓN, ADVERTENCIA	EQUIPOS/ ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL	
Creación Productiva	Planta	Oreo	Colgado y enfriado de canales	Si	Levantamiento o manual de cargas	Ergonómico	Dolor lumbar y cervical	Ninguno	Ninguno	Ninguno	10	3	30	Muy Alto(MA)	60	1800	I	NO ACEPTABLE	2	Lesiones musculares	Si				Cubierta protectora	Señalética	Dotar con equipos de protección personal
																										Señalética	Dotar con equipos de protección personal
																										Cubierta protectora	Dotar con equipos de protección personal
																										Señalética	Dotar con equipos de protección personal

Nota. El resultado de riesgo es muy alto, requiere intervención urgente.

## Conclusión de la evaluación de la matriz IPER GTC-45

Al completar el levantamiento de las matrices GTC-45, en la que se evaluó los niveles de exposición ocupacional de los operarios en cada subproceso, para indagar posibles trastornos musculoesqueléticos se aplica un resumen de los niveles de riesgo ergonómico de los puestos evaluados tal como se muestra en *Tabla 1*.

**Tabla 1**

*Priorización de resultados de Matriz GTC-45*

Área evaluada	Nivel de riesgo	Interpretación del nivel del riesgo	Valoración del riesgo
Recepción de ganado	750	I	No aceptable
Aturdimiento	450	II	No aceptable o aceptable con control específico
Desangrado	1800	I	No aceptable
Descuerado	300	II	No aceptable o aceptable con control específico
Cuarteo	720	I	No aceptable
Lavado de Vísceras	2400	I	No aceptable
Despiece	1000	I	No aceptable
Oreo	1800	I	No aceptable

Nota. Se visualiza que a pesar de que existen algunas áreas en nivel de riesgo I correspondiente a no aceptable es necesario priorizar el nivel de actuación en el área de Vísceras que corresponde a 2400 y es el que mayormente puede afectar a los trabajadores de esa área.

## Cuestionario Nórdico de Kuorinka

Diseñado en el año (1987) por Kuorinka, el cuestionario Nórdico estandarizado constituye un instrumento clave para realizar la evaluación de sintomatologías musculoesqueléticas que se han reportado en cada uno de los empleados de la empresa. Esta herramienta fue diseñada

como se observa en el *Anexos 6*, con el objetivo principal de estandarizar la información que se recaudó totalmente sobre la alta frecuencia de molestias en distintos segmentos corporales, como la región cervical, los hombros, las regiones dorsolumbares, codos o antebrazos, las muñecas o manos. La distribución de este cuestionario permite efectuar una aplicación natural y rápida, lo que resulta prácticamente favorable en investigaciones y evaluaciones que se ejecutan campo. Su estructura facilita la comparación de resultados entre diferentes localidades y sectores de producción, ayudando a que se realice una buena toma de decisiones, que garanticen la integridad física de los trabajadores mediante estándares de salud ocupacional. Se han realizado varias investigaciones y se demostró su validez y confianza, posicionándose como una herramienta fuerte para el evaluó de riesgos ergonómicos. (Cabezas-Heredia, , Molina-Granja,, Cabezas-Chávez,, Vargas, , & Cachay-Boza, , 2025)

Al implementar el protocolo de Kuorinka los resultados que se obtuvieron ayudan a identificar las zonas del cuerpo que han sido mayormente afectadas, donde cada operario ha manifestado fatigas musculoesqueléticas. Esta investigación es fundamental para evaluar si estas molestias inciden de síntomas asociados al trabajo que se realiza en el camal y así establecer medidas los puestos de trabajos con mayor afectación. En la **Tabla 2** se visualizan los efectos de los colaboradores que notificaron molestias en cada parte del cuerpo que ha sido evaluada.

Además, para la interpretación de estos datos, se diseñó un Diagrama de Pareto, que ayuda a visualizar de mejor forma el porcentaje total de las molestias notificadas y decretar cuáles son las zonas del cuerpo que resultaron más afectadas. Este esquema permite priorizar las áreas que necesitan de manera obligatoria atención urgente y se procede a la toma de decisiones de intervención ergonómica.

**Tabla 2**

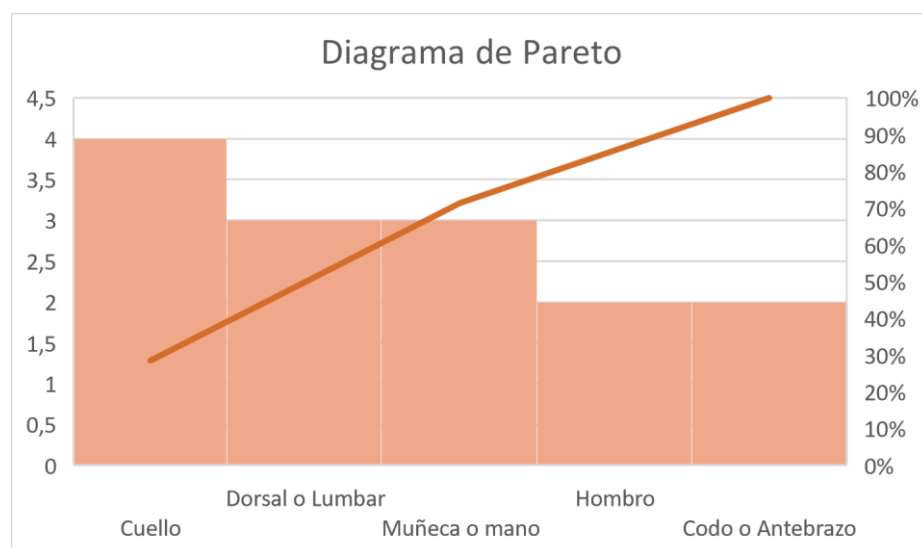
*Resultados de cuestionario Nórdico de Kuorinka*

<b>Partes de cuerpo</b>	<b>Personas afectadas</b>
Cuello	4
Dorsal o Lumbar	3
Muñeca o mano	3
Hombro	2
Codo o Antebrazo	2

Nota: Datos procesados a partir del Instrumento Nórdico de Kuorinka aplicado en el área de vísceras (2026).

**Figura 20**

*Diagrama de Pareto.*



Nota. Se evidencia los segmentos mayormente afectados.

## Evaluación ergonómica de posturas forzadas

Para medir los riesgos laborales relacionados como las posiciones incómodas se utilizará el método o OWAS ya que examina la posición del torso, las piernas y el manejo de cargas, esto permitirá determinar el grado de severidad de la carga postural y establecer la necesidad de intervención que ocupa cada puesto de trabajo.



A continuación, en el *Anexos 8* se presenta la clasificación de los niveles de la metodología.

### *Puesto de trabajo de recepción de bovinos*

**Tabla 3**

*Evaluación en el área de recepción de bovinos.*

N°	Foto	Espalda	Brazo	Piernas	Carga	Nivel de actuación
1		1	1	2	1	1
2		1	2	2	1	1
3		2	1	5	2	3

4		4	2	3	1	3
5		3	1	2	1	1
6		1	1	2	1	1
7		1	1	2	1	1
8		1	1	7	1	1

9		2	1	4	2	3
10		3	1	3	2	1
11		2	2	2	1	2
12		3	2	3	1	1
13		4	2	5	3	4

14		4	1	3	1	2
15		1	2	2	2	1
16		4	1	4	2	4
17		3	2	3	1	1

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

Al desarrollar la cuantificación matemática de la frecuencia relativa se consideraron las 17 posturas que fueron evaluadas como el 100%

Nivel 1

17 → 100%

10 → X

$$X = \frac{10 \times 100}{17} = 58,82\%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la obtención de los resultados del nivel 2, 3 y 4

**Tabla 4**

*Resultado de evaluación del área de recepción de bovinos.*

Nivel de actuación	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Nivel 1	10	58,83%
Nivel 2	2	11,76%
Nivel 3	3	17,65%
Nivel 4	2	11,76%
Total, posturas evaluadas	17	100%

Nota. El resultado total de frecuencia relativa de las posturas evaluadas en las áreas de recepción de ganado da 100%.

Cálculo de frecuencia de espalda

**Tabla 5**

*Frecuencia relativa segmento espalda.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	6	35,29%
2	3	17,64%
3	4	23,52%
4	4	23,52%
Total	17	100%

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

**Tabla 6**

*Frecuencia relativa segmento brazos.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	10	58,82%
2	7	41,17%
3	0	0%
Total	17	100%

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

**Tabla 7**



*Frecuencia relativa segmento piernas.*





Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	0	0%
2	7	41,17%
3	5	29,41%
4	2	11,76%
5	2	11,76%
6	0	0%
7	1	5,88%
Total	17	100%

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

**Tabla 8**

*Evaluación en el área de aturdimiento.*

N°	Foto	Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Nivel de riesgo
1		2	1	3	2	2
2		4	1	3	2	2

3		2	3	5	2	4
4		2	3	3	2	3
5		3	2	5	2	4
6		2	2	3	2	3

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

Al desarrollar la cuantificación matemática de frecuencia relativa se consideraron las 6 posturas que fueron evaluadas como el 100%

Nivel 1

$$6 \rightarrow 100\%$$

$$0 \rightarrow X$$

$$X = \frac{0 \times 100}{6} = 0\%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la obtención de los resultados del nivel 2, 3 y 4

**Tabla 9**

*Resultados de la evaluación del área de aturdimiento.*

Nivel de actuación	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Nivel 1	0	0 %
Nivel 2	2	33,33%
Nivel 3	2	33,33%
Nivel 4	2	33, 34%
Total, posturas evaluadas	6	100%

Nota. El resultado total de frecuencia relativa de las posturas evaluadas en el área de aturdimiento da el 100%.

**Tabla 10**

*Frecuencia relativa segmento espalda.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	0	0 %
2	4	66,66 %
3	1	16,66 %
4	1	16,66 %
Total	6	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 11**

*Frecuencia relativa segmento brazos.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	2	33,33 %
2	2	33,33 %
3	2	33,33 %
Total	6	100%



Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 12***Frecuencia relativa segmento piernas.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	0	0%
2	0	0%
3	4	66,66 %
4	0	0%
5	2	33,33 %
6	0	0%
7	0	0%
Total	6	100%


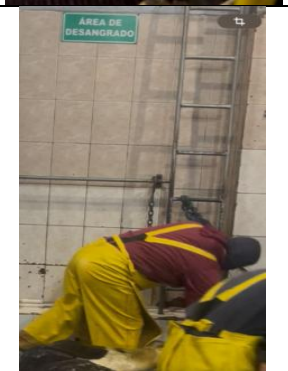

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 13***Evaluación en área de Desangrado.*

N°	Foto	Espalda	Brazo	Piernas	Carga	Nivel de riesgo
1		1	3	2	2	1
2		2	1	4	2	3

3				4	1	4	2	4
4				2	1	2	1	2
5				4	1	2	1	2
6				4	1	4	1	4

7				2	2	2	1	2
8				3	1	2	3	1
9				4	1	3	2	2
10				3	1	3	2	1

11				2	1	5	3	3
12				4	1	5	3	4
13				4	2	5	2	4
14				4	1	4	1	4

15			4	2	4	2	4
16			2	1	5	1	3
17			4	1	2	1	2
18			4	1	2	1	2

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

Al desarrollar la cuantificación matemática de frecuencia relativa se consideraron las 18 posturas que fueron evaluadas como el 100%

Nivel 1

$$\begin{aligned}
 18 &\rightarrow 100\% \\
 3 &\rightarrow X \\
 X &= \frac{3 \times 100}{18} = 16,66\%
 \end{aligned}$$

Se realiza el mismo procedimiento para la obtención de los resultados del nivel 2, 3 y 4

**Tabla 14**

*Resultado de la evaluación del área de Desangrado.*

Nivel de actuación	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Nivel 1	3	16,66 %
Nivel 2	6	33,33 %
Nivel 3	3	16,66 %
Nivel 4	4	33,34 %
Total, posturas evaluadas	18	100%

Nota. El resultado total de frecuencia relativa de las posturas evaluadas en el área de desangrado da el 100%.

**Tabla 15**

*Frecuencia relativa segmento espalda.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	1	5,55 %
2	5	27,77 %
3	2	11,11 %
4	10	55,55 %
Total	18	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 16**

*Frecuencia relativa segmento brazos.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	14	77,77 %
2	3	16,66 %
3	1	5,55 %
Total	18	100%

Nota. Elaborado por el autor






**Tabla 17***Frecuencia relativa segmento piernas.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	0	0%
2	7	38,88 %
3	2	11,11 %
4	5	27,77 %
5	4	22,22 %
6	0	0%
7	0	0%
Total	18	100%





Nota. Elaborado por el autor.





**Tabla 18***Evaluación del área de descuerado.*

N°	Foto	Espalda	Brazo	Piernas	Carga	Nivel de riesgo
1		4	1	5	2	4
2		2	1	3	3	3

3		1	3	3	2	1
4		1	1	3	1	1
5		2	1	3	1	2
6		4	2	1	1	3
7		1	2	2	1	1

8		1	1	3	1	1
9		1	3	3	2	1
10		1	3	2	1	1
11		4	1	3	1	2

12		1	1	2	1	1
13		2	1	2	1	2
14		2	1	3	3	3
15		2	1	3	1	2

16		4	1	3	3	3
17		2	1	4	1	3
18		4	3	2	1	2
19		4	1	2	1	2

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

Al desarrollar la cuantificación matemática de frecuencia relativa se consideraron las 19 posturas que fueron evaluadas como el 100%

Nivel 1

$$19 \rightarrow 100\%$$

$$7 \rightarrow X$$

$$X = \frac{7 \times 100}{19} = 36,84 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la obtención de los resultados del nivel 2, 3 y 4

**Tabla 19**

*Resultado de la evaluación del área de Descuerado.*

Nivel de actuación	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Nivel 1	7	36,84 %
Nivel 2	6	31,57 %
Nivel 3	5	26,31 %
Nivel 4	1	5,26 %
Total, posturas evaluadas	19	100%

Nota. El resultado total de frecuencia relativa de las posturas evaluadas en el área de descuerado da el 100%.

**Tabla 20**

*Frecuencia relativa segmento espalda.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	7	36,84 %
2	6	31,57 %
3	0	0%
4	6	31,57 %
Total	19	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 21**

*Frecuencia relativa segmento brazos.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	13	68,42 %
2	2	10,52 %

3	4	21,05 %
Total	19	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 22**

*Frecuencia relativa segmento piernas.*



Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	1	5,26 %
2	6	31,57 %
3	10	52,63 %
4	1	5,26 %
5	1	5,26 %
6	0	0%
7	0	0%
Total	19	100%

Nota. Elaborado por el autor.




**Tabla 23**

*Elaboración del área de Cuarteo.*

N°	Foto	Espalda	Brazo	Piernas	Carga	Nivel de riesgo
1		2	2	5	2	2

2		1	2	3	1	1
3		2	1	2	1	2
4		4	2	4	1	4
5		1	1	2	1	1
6		1	2	2	1	1

7		2	1	3	2	2
8		2	1	2	2	2
9		4	3	3	2	3
10		4	1	1	2	3
11		2	1	5	2	3

12		4	1	3	2	2
13		4	1	2	1	2
14		1	2	2	1	1

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

Al desarrollar la cuantificación matemática de frecuencia relativa se consideraron las 14 posturas que fueron evaluadas como el 100%

Nivel 1

$$14 \rightarrow 100\%$$

$$4 \rightarrow X$$

$$X = \frac{4 \times 100}{14} = 28,57 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la obtención de los resultados del nivel 2, 3 y 4

**Tabla 24**

*Resultado de evaluación del área Cuarteo.*

Nivel de actuación	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
--------------------	---------------------	---------------------

Nivel 1	4	28,57 %
Nivel 2	6	42,85 %
Nivel 3	3	21,42 %
Nivel 4	1	7,14 %
Total, posturas evaluadas	14	100%

Nota. El resultado total de frecuencia relativa de las posturas evaluadas en el área de cuarteo da el 100%.

**Tabla 25**

*Frecuencia relativa segmento espalda.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	4	28,57 %
2	5	35,71 %
3	0	0%
4	5	35,71 %
Total	14	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 26**

*Frecuencia relativa segmento brazos.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	8	57,14 %
2	5	35,71 %
3	1	7,14 %
Total	14	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 27**

*Frecuencia relativa segmento piernas.*



Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
--------------------------	---------------------	---------------------




1	1	7,14 %
2	6	42,85 %
3	4	28,57 %
4	1	7,14 %
5	2	14,28 %
6	0	0%
7	0	0 %
Total	14	100%







Nota. Elaborado por el autor.







**Tabla 28**






*Evaluación del área de vísceras.*

N°	Foto	Espalda	Brazo	Piernas	Carga	Nivel de riesgo
1		4	2	5	2	4
2		2	1	2	2	2
3		4	1	3	2	2

4		2	1	4	3	3
5		2	1	5	3	3
6		2	1	2	3	3
7		2	1	5	3	3
8		2	1	4	3	3
9		2	1	2	3	3
10		2	1	3	3	3

11			2	1	2	3	3
12			4	1	3	3	3
13			4	1	3	3	3
14			2	1	2	3	3
15			4	1	4	3	4
16			2	2	4	3	4

17		2	1	2	3	3
18		4	1	5	3	4
19		1	1	4	3	2
20		4	1	5	3	4
21		2	1	4	3	3
22		2	1	7	3	3

23		2	1	7	3	3
24		2	1	7	3	3
25		4	1	3	3	3
26		1	1	7	3	1
27		2	2	3	3	3

Nota: Datos procesados por el investigador (2026).

Para realizar el cálculo de la frecuencia relativa se consideraron las 27 posturas que fueron evaluadas como el 100%

Nivel 1

$$27 \rightarrow 100\%$$

$$1 \rightarrow X$$

$$X = \frac{1 \times 100}{27} = 3,70 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la obtención de los resultados del nivel 2, 3 y 4

**Tabla 29**

*Resultado de evaluación del área de vísceras.*

Nivel de actuación	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Nivel 1	1	3,70 %
Nivel 2	3	11,11 %
Nivel 3	18	66,66 %
Nivel 4	5	18,51 %
Total, posturas evaluadas	27	100%

Nota. El resultado total de frecuencia relativa de las posturas evaluadas en el área de Vísceras da el 100%.

**Tabla 30**

*Frecuencia de relativa segmento espalda.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	2	7,40 %
2	17	62,96 %
3	0	0 %
4	8	29,62 %
Total	27	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 31**

*Frecuencia relativa segmento brazos.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	24	88,88 %
2	3	11,11 %
3	0	0%
Total	27	100%



Nota. Elaborado por el autor.





**Tabla 32***Frecuencia relativa segmento piernas.*





Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	0	0%
2	6	22,22 %
3	6	22, 22 %
4	6	22,22 %
5	5	18,51 %
6	0	0%
7	4	14,81 %
Total	27	100%

Nota. Elaborado por el autor.





**Tabla 33***Evaluación de área de Despiece.*





N°	Foto	Espalda	Brazo	Piernas	Carga	Nivel de riesgo
1		1	2	3	2	1
2		3	2	2	3	1

3		4	2	2	3	4
4		4	3	3	3	4
5		4	2	3	3	4
6		3	2	2	3	1

7		3	2	3	3	2
8		3	1	3	1	1
9		4	2	4	3	4
10		4	2	4	3	4

11			3	3	5	3	4
12			2	3	4	3	4
13			2	3	3	3	3
14			4	2	5	3	4

15		2	2	7	3	4
16		2	3	7	3	4
17		4	2	3	3	4
18		1	3	2	3	1

19		2	3	2	3	3
20		2	3	7	3	4
21		3	2	3	3	2
22		3	2	3	3	2

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

Al desarrollar la cuantificación matemática de frecuencia relativa se consideraron las 22 posturas que fueron evaluadas como el 100%

Nivel 1

$$22 \rightarrow 100\%$$

$$5 \rightarrow X$$

$$X = \frac{5 \times 100}{22} = 22,72 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la obtención de los resultados del nivel 2, 3 y 4

**Tabla 34**

*Resultados de evaluación de área de despiece.*

Nivel de actuación	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Nivel 1	5	22,72 %
Nivel 2	3	13,63 %
Nivel 3	2	9,09 %
Nivel 4	12	54,54 %
Total, posturas evaluadas	22	100%

Nota. El resultado total de frecuencia relativa de las posturas evaluadas en el área de despiece da el 100%.

**Tabla 35**

*Frecuencia relativa segmento espalda.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	2	9,09 %
2	6	27,27 %
3	7	31,81 %
4	7	31,81 %
Total	22	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 36**

*Frecuencia relativa segmento brazos.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	1	4,54 %
2	13	59,09 %
3	8	36,36 %
Total	22	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 37**



*Frecuencia relativa segmento piernas.*





Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	0	0%
2	5	22,72 %
3	9	40,90 %
4	3	13,63 %
5	2	9,09 %
6	0	0%
7	3	13,63 %
Total	22	100%






Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 38**

*Evaluación del área de Oreó.*

N°	Foto	Espalda	Brazo	Piernas	Carga	Nivel de riesgo
1		2	3	2	3	3
2		3	3	2	3	1

3		2	3	7	3	4
4		2	2	7	3	4
5		2	3	7	3	4
6		4	2	3	3	4

7		3	2	3	3	2
8		2	1	2	2	2
9		2	2	3	2	3
10		1	2	2	2	1
11		3	1	2	3	1

Nota. Datos procesados por el investigador (2026).

Al desarrollar la cuantificación matemática de frecuencia relativa se consideraron las 11 posturas que fueron evaluadas como el 100%

Nivel 1

$$11 \rightarrow 100\%$$

$$3 \rightarrow X$$

$$X = \frac{3 \times 100}{11} = 27,27 \%$$

Se realiza el mismo procedimiento para la obtención de los resultados del nivel 2, 3 y 4

**Tabla 39**

*Resultados de evaluación de área de cuarteo.*

Nivel de actuación	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Nivel 1	3	27,27 %
Nivel 2	2	18,18 %
Nivel 3	2	18,18 %
Nivel 4	4	36,36 %
Total, posturas evaluadas	11	100%

Nota. El resultado total de frecuencia relativa de las posturas evaluadas en el área de cuarteo da el 100%.

**Tabla 40**

*Frecuencia relativa segmento espalda.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	1	9,09 %
2	6	54,54 %
3	3	27,27 %
4	1	9,09 %
Total	11	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 41***Frecuencia relativa segmento brazos.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	2	18,18 %
2	5	45,45 %
3	4	36,36 %
Total	11	100%

Nota. Elaborado por el autor.

**Tabla 42***Frecuencia relativa segmento piernas.*

Codificación de posturas	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa
1	0	0%
2	5	45,45 %
3	3	27,27 %
4	0	0 %
5	0	0 %
6	0	0%
7	3	27,27 %
Total	11	100%

Luego de implementar la herramienta de evaluación OWAS en las distintas áreas del proceso de faenamiento, se evidenció que los niveles de peligro relacionados con posiciones inadecuadas presentan variaciones significativas entre las áreas evaluadas. Los hallazgos revelan que el área de vísceras concentra la mayor incidencia de posturas de riesgo, registrando un 66,66 % de las posturas clasificadas en el nivel 3 y un 18,51 % en el nivel 4, lo que representa un 85,17 % del total de posturas con mayor afectación sobre los 3 trabajadores por lo que se debe considerar para el establecimiento de medidas preventivas y correctivas de ser posible.

**Tabla 43***Priorización de resultados de la evaluación de posturas forzadas*

Subproceso	Número de trabajadores	Nivel de riesgo				Total
		Valoración del riesgo	Porcentaje	Valoración del riesgo	Porcentaje	
Vísceras	3	3	66.66%	4	18.51%	85.17%
Despiece	2	3	9.09%	4	54.54%	63.63%

Nota. A través de los resultados obtenidos, se determina que en el área de vísceras presenta un mayor nivel de riesgo, esta decisión de priorización se fundamenta no solo en la severidad de la carga postural, sino también por la cantidad de operarios que están expuestos (3 operarios) en comparación a la otra área, por lo tanto los hallazgos de sintomatología ratifican que a esta área como foco primario para la implementación de medidas correctivas.

### **Movimientos repetitivos**

Con el fin de evaluar los riesgos laborales asociados a los movimientos repetitivos en las extremidades superiores, se aplicará el método Check List OCRA, el cual permite analizar de manera integral factores como la repetitividad de las tareas, el esfuerzo requerido, las posturas adoptadas durante la ejecución del trabajo, los tiempos de descanso y la duración total de la exposición. A partir de los resultados obtenidos, será posible identificar el nivel de riesgo presente en los puestos de trabajo más afectados y establecer la necesidad de implementar mejoras orientadas a prevenir la aparición de molestias y trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores.

### **Puesto de trabajo área de vísceras**

**Tabla 44***Evaluación de área de vísceras a Trabajador N°1.*

N°	Acción	N° de repeticiones	Tiempo (seg)	Monotarea
1	Tomar el intestino grueso	1	3	3
2	Halar al vaciado	1	5	5
3	Abrir con cuchillo	3	5	15
4	Extraer excremento	6	4	24
5	Ingresar tripaje al agua	2	5,5	11

6	Lavado de vísceras	1	30	30
		14		Total = 88 seg

1. Calcular Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR)

$$TNTR = DT - (TNR + P + A)$$

$$TNTR = 360 - (5 + 0 + 0)$$

$$TNTR = 355min$$

2. Calcular el Tiempo Neto de ciclo (TNC)

$$TNC = 60 \times \frac{TNTR}{NC}$$

$$TNC = 60 \times \frac{355}{88}$$

$$TNC = 242$$

3. Calcular la frecuencia de acción

$$FA = \frac{N^{\circ} \text{ repeticiones}}{NC} \times 60$$

$$FA = \frac{14}{88} \times 60 = 9 \frac{\text{acciones}}{\text{min}}$$

4. Calcular los factores de las variables que intervienen (FR – FF – FFz – FP – FC – MD)

- FR = 4 – Existe 1 pausa, de al menos 8 min, en un turno de 6 horas
- FF= 2,5

$$FF = \text{Máx} (ATD; ATE)$$

$$FF = 9 \frac{\text{acc}}{\text{min}} (0; 2,5)$$

$$FF = 2,5$$

- FFz= 4 – Fuerza intensa – 2 seg. Cada 10 min.
- FP= 11

$$FP = \text{Máx} (PHo; PCo; PMu; PMa) + PEs$$

$$FP = (PMa) + PEs$$

$$FP = 8 + 3$$

$$FP = 11$$

- FC = 3

$$FC = Ffm + Fso$$

$$FC = 0 + 3$$

$$FC = 3$$

○ MD = 0,925

5. Reemplazar en la formula

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) \times MD$$

$$ICKL = (4 + 2,5 + 4 + 11 + 3) \times 0,925$$

$$ICKL = 22,66$$

Nos dio un resultado de Índice check listo OCRA 22,66 es decir que el nivel de riesgo es INACEPTABLE ALTO.

**Tabla 45**

*Evaluación del área de vísceras a Trabajador N°2.*

N°	Acción	N° de repeticiones	Tiempo (seg)	Monotarea
1	Tomar Intestino delgado	1	3	3
2	Desprender con el cuchillo intestino delgado	7	2	14
3	Halar intestino al espacio de trabajador	1	6	6
4	Llevar intestino al agua	2	5	10
5	Lavar intestino delgado	1	130	130
		12		Total = 163 seg

1. Calcular Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR)

$$TNTR = DT - (TNR + P + A)$$

$$TNTR = 360 - (10 + 0 + 0)$$

$$TNTR = 350min$$

2. Calcular el Tiempo Neto de ciclo (TNC)

$$TNC = 60 \times \frac{TNTR}{NC}$$

$$TNC = 60 \times \frac{350}{163}$$

$$TNC = 129$$

3. Calcular la frecuencia de acción

$$FA = \frac{N^{\circ} \text{ repeticiones}}{NC} \times 60$$

$$FA = \frac{12}{163} \times 60 = 5 \frac{\text{acciones}}{\text{min}}$$

4. Calcular los factores de las variables que intervienen (FR – FF – FFz – FP – FC – MD)

- FR = 4 – Existe 1 pausa, de al menos 8 min, en un turno de 6 horas
- FF= 2,5

$$FF = \text{Máx} (ATD: ATE)$$

$$FF = 5 \frac{\text{acc}}{\text{min}} (0; 2,5)$$

$$FF = 2,5$$

- FFz= 2 – Fuerza moderada – 1/3 del tiempo
- FP= 11

$$FP = \text{Máx} (PHo; PCo; PMu; PMa) + PEs$$

$$FP = (PMa) + PEs$$

$$FP = 8 + 3$$

$$FP = 11$$

- FC = 2

$$FC = Ffm + Fso$$

$$FC = 0 + 2$$

$$FC = 2$$

- MD = 0,925

5. Reemplazar en la formula

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) \times MD$$

$$ICKL = (4 + 2,5 + 2 + 11 + 2) \times 0,925$$

$$ICKL = 21,35$$

Al realizar el método check listo OCRA nos dio un resultado 21,35 es decir que el nivel de riesgo es INACEPTABLE MEDIO.

#### Tabla 46

Evaluación del área de vísceras a Trabajador N°3.

N°	Acción	N° de repeticiones	Tiempo (seg)	Monotarea
1	Tomar el estomago	1	3	3

2	Desprender con cuchillo el estomago	10	2	20
3	Extraer excremento	1	20	20
4	Ingresar estomago al agua	1	3	3
5	Lavar estomago	1	140	140
		14		Total = 186 seg

1. Calcular Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR)

$$TNTR = DT - (TNR + P + A)$$

$$TNTR = 360 - (30 + 0 + 0)$$

$$TNTR = 330min$$

2. Calcular el Tiempo Neto de ciclo (TNC)

$$TNC = 60 \times \frac{TNTR}{NC}$$

$$TNC = 60 \times \frac{330}{186}$$

$$TNC = 106$$

3. Calcular la frecuencia de acción

$$FA = \frac{N^{\circ} \text{ repeticiones}}{NC} \times 60$$

$$FA = \frac{14}{186} \times 60 = 5 \frac{\text{acciones}}{\text{min}}$$

4. Calcular los factores de las variables que intervienen (FR – FF – FFz – FP – FC – MD)

- FR = 4 – Existe 1 pausa, de al menos 8 min, en un turno de 6 horas
- FF= 2,5

$$FF = \text{Máx} (ATD: ATE)$$

$$FF = 5 \frac{\text{acc}}{\text{min}} (0; 2,5)$$

$$FF = 2,5$$

- FFz= 2 – Fuerza moderada – 1/3 del tiempo
- FP= 7

$$FP = \text{Máx} (PHo; PCo; PMu; PMa) + PEs$$

$$FP = (PMa) + PEs$$

$$FP = 4 + 3$$

$$FP = 7$$

○ FC = 2

$$FC = Ffm + Fso$$

$$FC = 0 + 2$$

$$FC = 2$$

○ MD = 0,925

5. Reemplazar en la formula

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) \times MD$$

$$ICKL = (4 + 2,5 + 2 + 7 + 2) \times 0,925$$

$$ICKL = 17,35$$

Al realizar el método check listo OCRA nos dio un resultado 17,35 es decir que el nivel de riesgo es INACEPTABLE MEDIO.

## Levantamiento Manual de Cargas

Para identificar los riesgos laborales relacionados con la manipulación manual de cargas, se empleará el método NIOSH, debido a que constituye una herramienta eficaz para evaluar de forma ordenada y objetiva las condiciones en las que se realizan las tareas de levantamiento. Este método permite analizar diversos aspectos, entre ellos el peso de la carga manipulada, la postura adoptada por el trabajador, las distancias horizontal y vertical involucradas en el levantamiento, la frecuencia con la que se ejecuta la actividad y la calidad del agarre. Los resultados obtenidos a partir de esta evaluación facilitarán la determinación del nivel de riesgo ergonómico presente en los puestos de trabajo analizados y servirán como base para proponer medidas preventivas orientadas a disminuir la probabilidad de lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores.

## Puesto de trabajo de área de vísceras

**Tabla 47**

*Evaluación NIOSH al Trabajador N°1.*

Datos del puesto de trabajo	Tarea
Duración de la carga	6 horas
Peso de la carga	7kg

H <sub>Oo</sub>	40cm
H <sub>Vo</sub>	30cm
H <sub>Vd</sub>	90cm
Tipo de agarre	Regular
Asimetría	20°
N° levantamientos	1
D= [V <sub>o</sub> -V <sub>d</sub> ]	60

Calcular factores

1. Factor Horizontal de origen (H<sub>Mo</sub>)

$$H_{Mo} = \frac{25}{H}$$

$$H_{Mo} = \frac{25}{40}$$

$$H_{Mo} = 0,62$$

Factor Vertical de origen (V<sub>Mo</sub>)

$$V_{Mo} = 1 - (0,003[V - 75])$$

$$V_{Mo} = 1 - (0,003([30 - 75])$$

$$V_{Mo} = 1 - (0,003([45])$$

$$V_{Mo} = 0,86$$

Factor de desplazamiento (D<sub>Mo</sub>)

$$D_{Mo} = 0,82 + \left(\frac{4.5}{D}\right)$$

$$D_{Mo} = 0,82 + \left(\frac{4.5}{60}\right)$$

$$D_{Mo} = 0,82 + \left(\frac{4.5}{60}\right)$$

$$D_{Mo} = 0,89$$

Factor de asimétrica (A<sub>Mo</sub>)

$$A_{Mo} = 1 - (0,0032 \times A_o)$$

$$A_{Mo} = 1 - (0,0032 \times 20)$$

$$AMo = 0,93$$

Factor de frecuencia (FMO)

$$FMO = 0,75$$

Factor de agarre (CM)

$$CM = 0,95$$

2. Reemplazar en la formula

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$RWL = 23 \times 0,62 \times 0,83 \times 0,89 \times 0,93 \times 0,75 \times 0,95$$

$$RWL = 6.98 \text{ kg}$$

Debido a que realiza el levantamiento con una sola mano se realiza la siguiente operación

$$RWL = 6.98 \times 0,6$$

$$RWL = 4,18$$

$$LI = \frac{\text{peso de la carga levantada}}{RWLo}$$

$$LI = \frac{7\text{kg}}{4,18}$$

$$LI = 1,67$$

Como resultado nos dio 1,67 es decir que se debe realizar las modificaciones pertinentes.

#### **Tabla 48**

*Evaluación NIOSH al Trabajador N°2.*

<b>Datos del puesto de trabajo</b>	<b>Tarea</b>
Duración de la carga	6 horas
Peso de la carga	12kg
HOo	30cm

Hvo	10cm
HVd	80cm
Tipo de agarre	Regular
Asimetría	15°
N° levantamientos	1
D= [Vo – Vd]	70

Calcular factores

1. Factor Horizontal de origen (HMo)

$$HMo = \frac{25}{H}$$

$$HMo = \frac{25}{30}$$

$$HMo = 0,83$$

Factor Vertical de origen (VMo)

$$VMo = 1 - (0,003[V - 75])$$

$$VMo = 1 - (0,003([10 - 75]))$$

$$VMo = 1 - (0,003([65]))$$

$$VMo = 0,81$$

Factor de desplazamiento (DMo)

$$DMo = 0,82 + \left(\frac{4.5}{D}\right)$$

$$DMo = 0,82 + \left(\frac{4.5}{70}\right)$$

$$DMo = 0,82 + \left(\frac{4.5}{70}\right)$$

$$DMo = 0,88$$

Factor de asimétrica (AMo)

$$AMo = 1 - (0,0032 \times Ao)$$

$$AMo = 1 - (0,0032 \times 15)$$

$$AMo = 0,95$$

Factor de frecuencia (FMo)  
w

$$FMo = 0,75$$

Factor de agarre (CM)

$$CM = 0,95$$

2. Reemplazar en la formula

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$RWL = 23 \times 0,83 \times 0,81 \times 0,88 \times 0,95 \times 0,75 \times 0,95$$

$$RWL = 9,21 \text{ kg}$$

$$RWL = 9,21 \times 0,6$$

$$RWL = 5,52$$

Debido a que realiza el levantamiento con una sola mano se realiza la siguiente operación

$$LI = \frac{\text{peso de la carga levantada}}{RWLo}$$

$$LI = \frac{12\text{kg}}{5,52}$$

$$LI = 2,17$$

Como resultado nos dio 2,17 es decir que se debe realizar las modificaciones pertinentes.

#### **Tabla 49**

*Evaluación NIOSH al Trabajador N°3.*

<b>Datos del puesto de trabajo</b>	<b>Tarea</b>
Duración de la carga	6 horas
Peso de la carga	20kg
H0o	40cm
Hvo	20cm

HVd	80cm
Tipo de agarre	Malo
Asimetría	20°
N° levantamientos	1
D= [Vo – Vd]	60

Calcular factores

1. Factor Horizontal de origen (HMo)

$$HMo = \frac{25}{H}$$

$$HMo = \frac{25}{40}$$

$$HMo = 0,62$$

Factor Vertical de origen (VMo)

$$VMo = 1 - (0,003[V - 75])$$

$$VMo = 1 - (0,003([20 - 75])$$

$$VMo = 1 - (0,003([55])$$

$$VMo = 0,83$$

Factor de desplazamiento (DMo)

$$DMo = 0,82 + \left(\frac{4.5}{D}\right)$$

$$DMo = 0,82 + \left(\frac{4.5}{60}\right)$$

$$DMo = 0,82 + \left(\frac{4.5}{60}\right)$$

$$DMo = 0,89$$

Factor de asimétrica (AMo)

$$AMo = 1 - (0,0032 \times Ao)$$

$$AMo = 1 - (0,0032 \times 20)$$

$$AMo = 0,93$$

Factor de frecuencia (FMO)  
w

$$FMO = 0,75$$

Factor de agarre (CM)

$$CM = 0,90$$

2. Reemplazar en la formula

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

$$RWL = 23 \times 0,62 \times 0,83 \times 0,89 \times 0,93 \times 0,75 \times 0,90$$

$$RWL = 6,61 \text{ kg}$$

$$LI = \frac{\text{peso de la carga levantada}}{RWLo}$$

$$LI = \frac{20\text{kg}}{6,61}$$

$$LI = 3,02$$

Como resultado nos dio 3.02 es decir que se debe modificarse.

### Conclusión del diagnóstico general

Para resumir la evaluación de los factores de riesgo ergonómico se presenta la siguiente tabla

**Tabla 50**

*Tabla comparativa de datos.*

Puesto de trabajo	Método	Nivel de riesgo	Significado	Medidas correctivas
Lavado de vísceras	OWAS	3-4	Inaceptable	Si
Lavado de vísceras	Check List OCRA	22, 3	Inaceptable alto	Si
Lavado de vísceras	NIOSH	1-3	Inaceptable Alto	Si

Nota. Al realizar las evaluaciones ergonómicas realizadas con los métodos, se comprobó que el área de vísceras tiene los puestos de trabajo con mayores condiciones de riesgos inaceptables, lo cual muestra la necesidad de aplicar mejoras de manera inmediata para reducir la carga física y prevenir trastornos musculoesqueléticos en cada operario.

## Área de estudio

**Dominio:** Tecnología y sociedad

**Línea de investigación:** Seguridad, salud laboral y Ambiente

**Campo:** Ingeniería Industrial

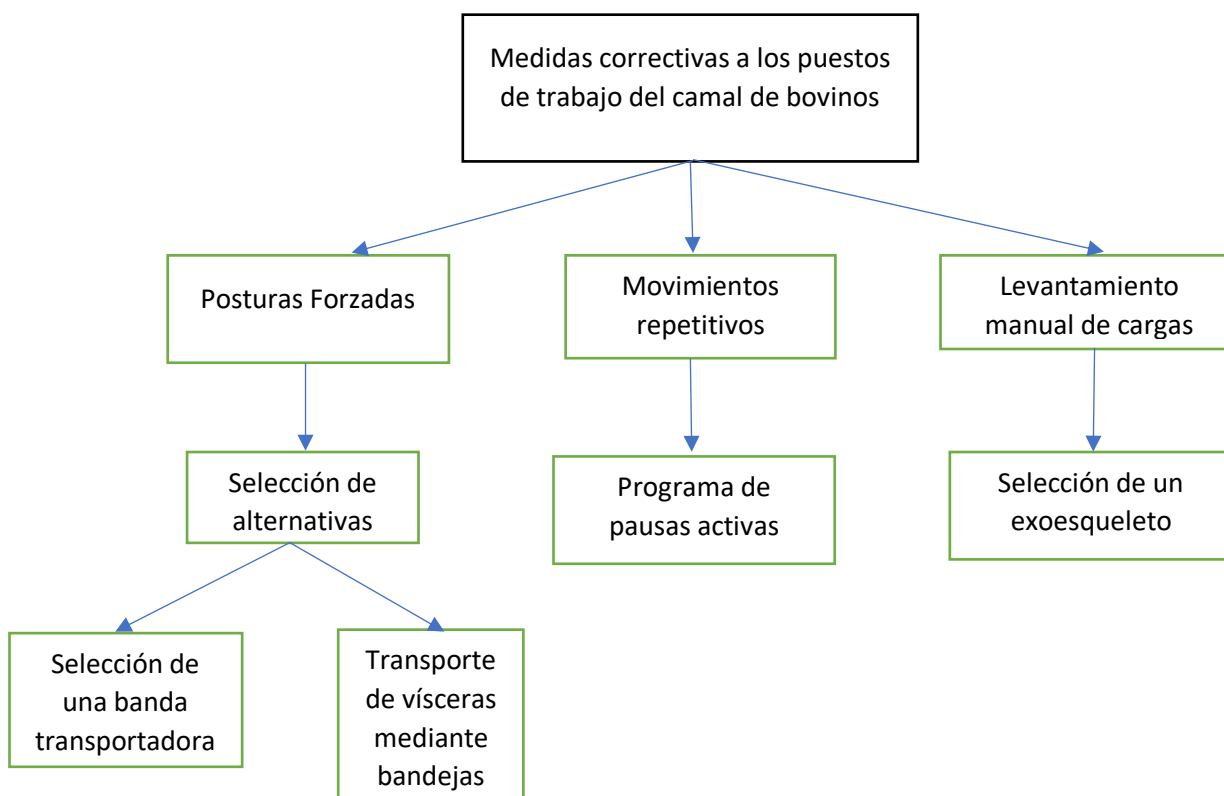
**Área:** Seguridad Industrial

**Aspectos:** Riesgos ergonómicos en el camal de bovinos

**Objeto de estudio:** Medidas ergonómicas en los puestos de trabajo del proceso de faenamiento de bovinos.

**Periodo de análisis:** octubre 2025 – febrero 2026

## Modelo operativo



## **Desarrollo del modelo operativo**

### ***Selección de una banda transportadora***

La selección de una banda transportadora consiste en elegir un sistema de ayuda mecánica que permita transportar la carga de un punto a otro de manera continua y realizando una reducción de esfuerzo físico. En el caso del camal, la banda se implementa principalmente como una medida de mejora para disminuir el riesgo ergonómico de los trabajadores, ya que no es necesario que los operarios tengan que cargar o mover las vísceras manualmente, disminuyendo las posturas forzadas.

### ***Transporte de vísceras mediante bandejas***

El transporte de vísceras mediante bandejas consiste en la utilización de recipientes rígidos y de fácil limpieza, diseñados para contener las vísceras durante su traslado dentro del área de trabajo. Estas bandejas permiten organizar el proceso, evitando la manipulación directa de las vísceras y reduciendo la necesidad de adoptar posturas forzadas, como la flexión excesiva del tronco.

### ***Programa de pausas activas***

Un programa de pausas activas para movimientos repetitivos es un conjunto que se planifica de descansos cortos durante la jornada laboral, en los que se realizan ejercicios suaves de movilidad y estiramiento con el objetivo de disminuir la fatiga física provocada por tareas repetitivas. Este programa busca reducir la sobrecarga muscular, mejorar la circulación y prevenir trastornos musculoesqueléticos, contribuyendo a un mejor bienestar y desempeño del trabajador.

### ***Selección de un exoesqueleto***

La selección de un exoesqueleto para el levantamiento manual de cargas es el proceso mediante el cual se evalúan y eligen dispositivos de asistencia ergonómica diseñados para reducir el esfuerzo físico del trabajador durante tareas que implican levantar, sostener o manipular cargas de forma manual. Este proceso considera aspectos como el tipo de actividad realizada, el peso y la frecuencia de las cargas, las posturas adoptadas, la comodidad del trabajador y la compatibilidad del exoesqueleto con el entorno laboral. Como resultado, se selecciona un exoesqueleto que contribuya a disminuir la sobrecarga musculoesquelética, reducir el riesgo de lesiones y mejorar la seguridad y el desempeño del trabajador.

## **Capítulo III**

### **Propuesta y Resultados Esperados**

#### **Presentación de la propuesta**

La siguiente propuesta tiene como objetivo principal reducir los niveles de riesgo ergonómico presentes en el área de vísceras, ya que las actividades que se realizan en este puesto exigen un esfuerzo físico constante y exponen a los trabajadores a posturas forzadas, movimientos repetitivos y levantamiento manual de cargas. Estas condiciones pueden generar fatiga durante la jornada laboral y con el tiempo, provocar molestias o lesiones musculoesqueléticas.

A partir de los resultados obtenidos en la evaluación ergonómica, se evidenció la necesidad de aplicar medidas correctivas que permitan mejorar las condiciones de trabajo y proteger la salud del personal. En este sentido, la propuesta se enfoca en la implementación de acciones prácticas orientadas a disminuir la carga física del trabajador, tales como el uso de una banda transportadora para reducir el traslado manual, la aplicación de un programa de pausas activas para mitigar la fatiga por movimientos repetitivos y la selección de un exoesqueleto como apoyo en el levantamiento manual de cargas. Con la aplicación de estas medidas se espera contribuir a un entorno laboral más seguro y a la prevención de riesgos ergonómicos en el área evaluada.

#### **Selección de alternativas de mecanismos para reducir el factor de riesgo de posturas forzadas**

Para la disminución de los niveles de riesgo existentes en el área de vísceras, se plantean a continuación las siguientes alternativas de mejora, Estas alternativas buscan facilitar el trabajo diario, disminuir la carga física, reducir la adopción de posturas forzadas y contribuir a un entorno de trabajo más seguro y adecuado para los colaboradores.

## Figura 21

*Cinta Transportadora.*



## Tabla 51

*Ventajas y desventajas de banda transportadora.*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reduce significativamente la manipulación manual.</li><li>• Reduce la adopción de posturas forzadas, especialmente la flexión constante del tronco.</li><li>• Disminuye la fatiga física de los trabajadores.</li><li>• Permite mantener un flujo de trabajo continuo y ordenado.</li><li>• Elimina en gran medida el levantamiento manual de cargas.</li><li>• Disminuye la dependencia del esfuerzo físico del trabajador.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Requiere una inversión económica inicial para su adquisición e instalación.</li><li>• Puede necesitar adecuaciones en la infraestructura existente.</li><li>• Requiere capacitación previa del personal para su uso adecuado.</li></ul>

**Figura 22**

*Transporte de vísceras mediante bandejas*



**Tabla 52**

*Ventajas y desventajas de transporte de vísceras.*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Es una alternativa de fácil implementación.</li><li>• Reduce la manipulación directa de las vísceras.</li><li>• Mejora la organización y el orden en el área de trabajo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• No elimina completamente el esfuerzo físico del trabajador.</li><li>• La reducción del riesgo ergonómico es menor en comparación con una banda transportadora.</li><li>• Requiere un adecuado manejo para evitar sobrecarga en las bandejas.</li><li>• Existe riesgo de adopción de posturas inadecuadas durante la colocación o retiro de las bandejas.</li><li>• Incrementa la repetitividad de movimientos, lo que puede afectar a las extremidades superiores.</li><li>• Requiere una correcta organización del proceso para evitar acumulación de bandejas en el área de trabajo.</li></ul>

**Tabla 53***Valoración de parámetros de selección.*

<b>Valor Cualitativo</b>	<b>Valor Cuantitativo</b>
Poco Satisfactorio	1
Satisfactorio	2
Muy Satisfactorio	3

**Evaluación de parámetros de selección****Tabla 54***Parámetros de selección.*

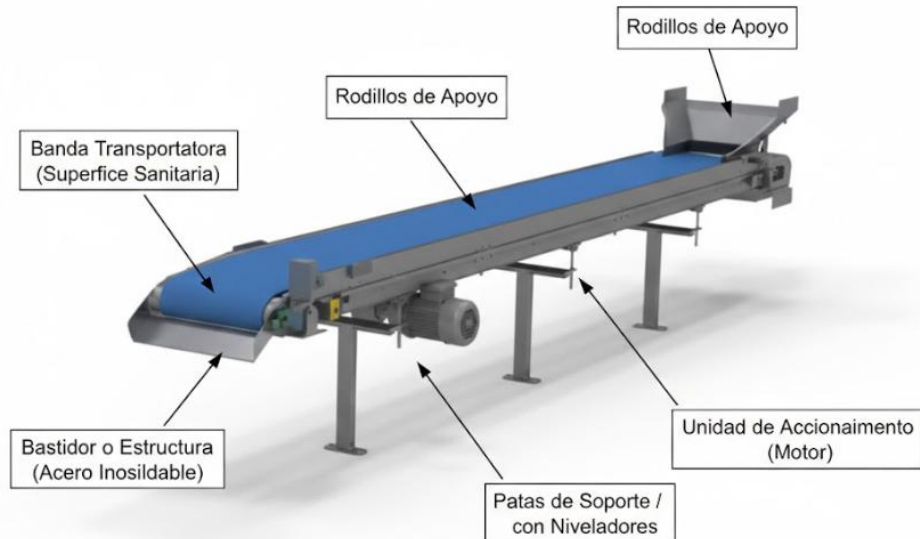
<b>Parámetros de Selección</b>	<b>Peso relativo</b>	<b>Opción 1: Cinta transportadora</b>	<b>Opción 2: vísceras en bandejas</b>
Reducción de levantamiento manual de cargas	35%	1,05	0,35
Costo	15%	0,15	0,45
Fácil de mantenimiento	15%	0,15	0,45
Reduce adopción de posturas forzadas	35%	1,05	0,35
	<b>Total</b>	<b>2,40</b>	<b>1,6</b>

Nota. El análisis de ponderación determina que la **banda transportadora** es la alternativa más viable para el área de vísceras. Su alta puntuación en la mitigación de levantamiento manual de cargas y posturas forzadas garantiza una reducción efectiva de la fatiga muscular y el riesgo de trastornos musculoesqueléticos en el personal.

## Selección de la banda transportadora

**Figura 23**

*Partes de la banda transportadora.*



Con el objetivo de garantizar la continuidad operativa y la integridad del personal en el transporte de vísceras, se describen a continuación las funciones de los elementos críticos del equipo:

- **Estructura portante:** Este componente actúa como el chasis fundamental del sistema, proporcionando la estabilidad necesaria para el montaje de los demás elementos. La implementación de acero ASTM A36 responde a la necesidad de contar con un límite elástico suficiente para absorber las cargas dinámicas y el peso propio del conjunto, asegurando que no existan deformaciones estructurales o fallas por fatiga durante los ciclos de trabajo intensivo.
- **Banda transportadora:** Representa el elemento cinemático principal encargado del desplazamiento del producto orgánico. Su fabricación a base de polímeros de grado alimenticio (PVC o PU) es una medida de control sanitario indispensable, ya que ofrece una superficie de baja porosidad que resiste la degradación por humedad y la acción corrosiva de los desinfectantes industriales utilizados tras la jornada de faenamiento.

- **Rodillos:** Estos elementos cumplen la función de soporte y alineación de la cinta transportadora. Su disposición técnica permite una distribución homogénea de las presiones ejercidas por la carga (hasta 100 kg), lo que optimiza la eficiencia del sistema al reducir la resistencia por rodadura. Esta disminución de la fricción es clave para extender la vida útil de los componentes motrices y evitar el calentamiento excesivo de la banda.
- **Ejes:** Constituyen el núcleo de la transmisión de potencia mecánica. Al estar forjados en acero AISI 1045, estos componentes poseen la tenacidad necesaria para soportar esfuerzos combinados de torsión y flexión. Su diseño garantiza que la entrega de movimiento sea constante y equilibrada, eliminando vibraciones que podrían comprometer la seguridad del operario durante las seis horas de operación nocturna.

### *Parámetros de diseño*

Para continuar con el diseño de los componentes de una banda transportadora se presenta la siguiente tabla.

**Tabla 55**  
*Características de elementos.*

<b>Componente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Material</b>	<b>Propiedades mecánicas</b>
Dimensiones de la estructura	2.00 x 0.50 x 0.85 m	Acero Inoxidable AISI 304	Límite elástico de 215 MPa. Diseñada para soportar ambientes húmedos y corrosivos. Geometría optimizada para evitar la acumulación de residuos orgánicos.
Banda transportadora	2.00 m x 50 cm	PVC o PU grado alimenticio	<b>Tracción:</b> $\geq 200$ N/mm. <b>Temperatura:</b> -10 a 80 °C. Propiedades antiestáticas y resistencia a la abrasión. <b>Capacidad:</b> Diseño para 100 kg (carga crítica).
Rodillos	$\varnothing 76$ mm $\times$ 50 cm	Acero Inoxidable / Polímero de alta densidad	Resistencia al desgaste por fricción constante. Dimensionamiento calculado para garantizar estabilidad lateral con carga distribuida de 100 kg.
Ejes	$\varnothing 25$ mm $\times$ 60 cm	Acero AISI 1045 (recubierto)	Alta resistencia a flexión y torsión. Buena capacidad para soportar esfuerzos del rodillo y carga del sistema. Material adecuado para transmisión mecánica y trabajo continuo con carga aproximada 100 kg.
Unidad de potencia	No aplica	Motorreductor 150W - 250W	Operación bidireccional y velocidad regulable. Relación de transmisión calculada

Carga transportada (vísceras)	55–80 kg por bovino	No aplica	para torque alto a baja velocidad (ideal para viscerado) El sistema se diseña para soportar una carga total aproximada de 100 kg con margen de seguridad.
-------------------------------	---------------------	-----------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Cálculo de potencia del Motorreductor ( $P$ )

El cálculo que se va a realizar a continuación justifica el porqué del motor de 150W a 250W es suficiente para poder transportar las vísceras y que la carga de estas sea de máximo 100kg.

- Calcular fuerza de tracción ( $F_t$ )

$$F_t = m \cdot g \cdot \mu$$

$m$  = (masa total) 100kg

$g$  = (gravedad) 9.81 m/s<sup>2</sup>

$\mu$  = (coeficiente de fricción) 0,4 (valor conservador para el ambiente húmedo)

$$F_t = 100kg \cdot 9.81 \cdot 0.4 = 392.4 N$$

- Calcular la Potencia ( $P$ )

$$P = F_t \cdot v$$

$$P = 392.4 N \cdot 0.2 \frac{m}{s} = 78.48 W$$

- Conclusión del motor = eficiencia del reductor del 70%

$$n = 0.7$$

$$P_{real} = \frac{78.48}{0.7} = 112.11 W$$

Es decir que el motor de la banda transportadora que se selecciono es suficiente ya que cumple con las necesidades y ofrece el factor de realizar la carga máxima de los 100kg.

### Cálculo estructural del bastidor (Resistencia del AISI 304)

- Carga distribuida ( $w$ )

$$w = \frac{Carga\ total \cdot g}{Longitud} = 100 \cdot \frac{9.81}{2\ m} = 490N/m$$

- Momento del flector Máximo (Mmax)

$$M_{max} = w \cdot \frac{L^2}{8} = 490.5 \cdot \frac{2^2}{8} = 245.25 \text{ Nm}$$

- Esfuerzo de trabajo ( $\sigma$ ): Si usamos perfiles de acero inoxidable con un módulo de sección ( $S$ ) de  $1.2 \times 10^{-5} m^3$ :

$$\sigma = \frac{M_{max}}{S} = \frac{245.25}{1.2 \times 10^{-5}} = 20.4 \text{ MPa}$$

Es decir que la estructura es totalmente segura ya que 20.4MPa es < a 215 MPa.

### **Cálculo de los ejes ( $\varnothing 25mm$ AISI 1045)**

El eje del rodillo debe soportar toda la tensión de la carga y el torque del motor.

- Torque del eje (T)
- Rodillo (r) = 0.030m (76 mm de diámetro)

$$T = Ft \cdot r = 392.4 \text{ N} \cdot 0.038m = 14.91 \text{ Nm}$$

Esfuerzo cortante en el eje ( $\tau$ )

$$\tau = 16 \cdot \frac{T}{\pi \cdot d^3} = 16 \cdot \frac{14.91}{\pi \cdot (0.025)^3} = 4.86 \text{ MPa}$$

El acero 1045 tiene una resistencia que se considera mayor, por lo que el eje de 25 mm está para garantizar una durabilidad larga sin imperfecciones por agotamiento.

### **Características de la banda transportadora seleccionada**

Para la integración de la banda transportadora en el área de viscerado, se han considerado criterios específicos que adaptan las capacidades del equipo comercial a las necesidades reales del Camal de Quito:

**Estructura en acero inoxidable de grado industrial:** El chasis del transportador está fabricado en acero inoxidable de alta resistencia, lo que garantiza estabilidad estructural y durabilidad en entornos industriales exigentes. La estructura cuenta con un tratamiento superficial que mejora la resistencia al desgaste y a la corrosión, aspecto fundamental debido a la exposición constante a humedad y fluidos biológicos propios del camal.

**Banda transportadora de PVC:** La cinta transportadora plana de PVC presenta propiedades anti desgaste y antiestáticas. Para este proyecto, se han definido dimensiones de 2000 mm de longitud por 600 mm de ancho, con un espesor de 2 mm, permitiendo el manejo eficiente de vísceras de distintos tamaños. El sistema incorpora tornillos de ajuste para la correcta tensión de la banda y soportes niveladores que aseguran la estabilidad del equipo en el área de trabajo.

**Sistema de ajuste multifuncional:** El equipo permite la regulación variable de la velocidad y la operación bidireccional de la banda transportadora. Además, dispone de soportes de altura ajustable que facilitan la adaptación ergonómica del sistema a las dimensiones de los subproductos y a la estatura de los operarios.

**Motor de alta eficiencia con protección térmica:** El sistema está equipado con un motor de alto rendimiento que incorpora protección automática contra sobrecalentamiento. El motor se detiene al alcanzar los 136 °C y reinicia su funcionamiento al descender a 98 °C, garantizando una operación continua y segura sin necesidad de supervisión constante.

**Compatibilidad industrial y normativa:** El diseño del equipo cumple con los estándares de seguridad, higiene y eficiencia exigidos en la industria alimentaria. Su implementación en el área de viscerado contribuye a mejorar la productividad, reducir tiempos improductivos y mantener un flujo de trabajo continuo, eliminando la necesidad de transporte manual de la carga.

La selección del equipo se basó en la capacidad de ajuste del sistema, que permite configurar la banda transportadora con una longitud de 2000 mm y una altura ergonómicamente adecuada al área de viscerado. Asimismo, se consideró la protección térmica del motor como un elemento crítico de seguridad para la operación nocturna 23:00–05:00, garantizando un funcionamiento autónomo y seguro bajo condiciones de carga de hasta 100 kg, propias del Camal de Quito.

## Figura 24

*Dimensiones de banda transportadora.*



## Programa de Pausas activas

### *Descripción del programa*

Enfoque preventivo de para el área de vísceras

El trabajo en el área de vísceras es uno de los pilares del camal, pero también uno de los más expuestos físicamente. Este programa no es solo una pausa en el reloj, sino una herramienta de autocuidado diseñada para que el trabajador recupere su energía y proteja sus manos y espalda del desgaste diario.

A través de movimientos sencillos y reconfortantes, buscamos romper la monotonía de la tarea de lavado y clasificación, permitiendo que los músculos se oxigenen y la mente descanse brevemente de la alta concentración que exige el manejo de herramientas manuales.

### *Objetivo General*

Alcanzar que cada jornada laboral en el área de vísceras sea más tolerable, minimizando el dolor y la fatiga que se acumula mediante un hábito de bienestar compartido.

### *Objetivos específicos*

- Liberar la tensión acumulada en manos, muñecas y antebrazos tras las tareas de vaciado y limpieza.
- Evitar que las molestias de hoy se conviertan en lesiones crónicas mañana.

- Lograr que la pausa activa se vea como un derecho y una necesidad de salud, no como una interrupción del trabajo.

### ***Rutina de Pausas activas***

#### **Manos y muñecas**

Flexión y extensión (10 segundos cada mano)

Con el brazo extendido, llevar la palma de la mano hacia arriba y luego hacia abajo, movilizando la articulación.



Rotación circular (10 repeticiones por sentido)

Realizar giros suaves con las muñecas hacia ambos lados para liberar la tensión del túnel carpiano.



Apertura y cierre (15 repeticiones)

Cerrar el puño con fuerza moderada y abrir extendiendo los dedos al máximo de forma rítmica.



#### **Hombros y Cuello**

Elevación de hombros (10 repeticiones)

Elevar los hombros hacia las orejas y bajarlos lentamente para soltar la carga de los trapecios.



Rotación de hombros (10 repeticiones)

Movimientos circulares de los hombros hacia atrás para corregir la postura encorvada.



Inclinación cervical (10 segundos por cada lado).

Inclinar suavemente la cabeza hacia el hombro derecho y luego al izquierdo, estirando los laterales del cuello.



### **Columna y Tronco**

Descompresión vertebral (8 repeticiones, manteniendo 5 segundos cada una).

Entrelazar los dedos y estirar los brazos hacia arriba, "alargando" la columna lo más posible.



Rotación de tronco (5 repeticiones por cada lado)

Con pies firmes, girar el torso de forma controlada a la derecha y luego a la izquierda para movilizar la zona lumbar.



### **Miembros Inferiores**

Activación de retorno venoso (10 repeticiones)

Realizar elevaciones de talones para activar la circulación de las pantorrillas.



Estiramiento de cuádriceps (mantener 10 segundos por pierna)

Mantener el equilibrio sobre una pierna (se puede apoyar en una pared) y llevar el talón contrario hacia el glúteo sujetándolo con la mano.



### ***Cronograma de bienestar***

El objetivo de este cronograma es de disminuir el desgaste físico y cognitivo que se genera durante toda la jornada laboral que se realiza entre las 23:00 y las 05:00, se realiza una programación ordenada de ejercicios de compensación. Dicha planificación responde a la necesidad de realizar pausas periódicas cada 2 horas, con el fin de minimizar la carga postural sostenida y favorecer la recuperación muscular.

Fase	Horario	Tipo de ejecución	Duración
<b>1. Calistenia</b>	22:55 pm	Activación inicial	5 min
<b>2. Intermedia</b>	01:00 am	Compensación	5 min
<b>3. Crítica</b>	03:00 am	Reactivación	5 min
<b>4. Final</b>	04:55 am	Relajación	5 min

**Activación Inicial:** Ejercicios de movilidad articular para poder activar los músculos antes de empezar el trabajo de carga.

**Compensación:** Estiramientos para poder soltar todos los tendones que ya llevan entumidos y con repetitividad durante dos horas seguidas.

**Reactivación:** Favorecer la circulación periférica para mitigar el descenso fisiológico nocturno y la acumulación de fatiga muscular.

**Relajación:** Se realiza el retorno al estado de descanso muscular y liberación antes de que se termine la jornada laboral.

### ***Actores de liderazgo y participación de responsables***

Para que este programa sea todo un éxito se enfoca en la participación ya que para esto se definen los tres roles más importantes:

**Líderes operativos:** Trabajadores de la misma área que den el ejemplo y ayuden a incentivar al equipo.

**Supervisor:** Se encargará que los tiempos de las pausas activas se cumplan dentro del tiempo establecido sin afectar la producción.

**Departamento de Seguridad y Salud:** Brindará asesoría y adaptará las rutinas de los ejercicios con respecto a las necesidades de cada área.

### ***Plan de seguimiento a pausas activas***

EL seguimiento de este proyecto se realizará generando una hoja registro diario que incluya lo siguiente:

- Fecha y hora
- Nombre de participantes
- Nombre de participante
- Firma de asistencia
- Firma responsable

### ***Selección de un exoesqueleto Laevo Flex***

El Laevo flex es un exoesqueleto que ayuda principalmente en la parte lumbar al momento que se realizan levantamientos manuales o al momento de mantener la postura inclinada hacia adelante.

### **Tabla 56**

*Ventajas y desventajas de Exoesqueleto Laevo Flex.*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Disminuye la presión por ende reduce de manera drástica el riesgo a que existan hernias o dolores fuertes en el trabajador.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se necesitan hacer capacitaciones para que los trabajadores puedan realizar el uso de este equipo.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• el exoesqueleto al no poseer baterías ni motores el operario no tiene la preocupación de cargar, es cómodo para trabajar ya que no es incómodo al utilizarlo.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Este modelo permite que se hagan las tareas de manera natural ya que se puede caminar, subir escaleras y giros de los troncos.</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Permite que los trabajadores con más años de experiencia cuiden su espalda y así ellos</li></ul>	

---

puedan seguir impartiendo los conocimientos.

---

## Características del exoesqueleto Leavo Flex

**Figura 25**

*Partes del exoesqueleto Laevo Flex.*



### 1. Chaleco de ajuste

Este componente es el eje central del contacto con el cuerpo. Su diseño no solo busca que el equipo "encaje" bien, sino que las fuerzas de apoyo se repartan equitativamente por todo el tronco. Al evitar puntos de presión localizados, el operario puede trabajar durante horas sin molestias, logrando que el exoesqueleto se sienta como una extensión natural de su propia anatomía.

### 2. Unidad de control FLEX

Más que un simple regulador, la unidad FLEX es la encargada de que el dispositivo "entienda" al usuario. Su importancia radica en la capacidad de sincronizar la asistencia mecánica con el ritmo natural de la persona. Gracias a este módulo, el apoyo no es rígido ni brusco, sino que se adapta con precisión a la intensidad y velocidad de cada tarea específica.

### **3. Sistema cableado**

La justificación de este cableado reside en su capacidad para actuar como el sistema nervioso del equipo. Transporta la potencia y los datos necesarios entre la unidad central y los motores sin entorpecer el movimiento. Su flexibilidad es clave, ya que permite que el trabajador se desplace con total libertad, asegurando que la asistencia mecánica llegue siempre en el milisegundo exacto en que se necesita.

### **4. Articulaciones motorizadas**

Estas piezas son las que ejecutan el trabajo pesado. Al asistir directamente en los procesos de flexión y extensión, actúan como un refuerzo muscular externo. Su implementación es vital para blindar la zona lumbar y las piernas, absorbiendo gran parte del estrés físico que, de otro modo, recaería sobre los discos vertebrales y las articulaciones del operario.

### **5. Pedales ajustables**

El éxito del exoesqueleto depende de cómo se transfiere la energía al suelo, y ahí es donde los pedales son cruciales. Al ser regulables, permiten que cualquier usuario, sin importar su talla, mantenga una postura firme y equilibrada. Una buena base no solo mejora la seguridad, sino que optimiza la eficiencia de cada movimiento realizado.

### **6. Sistema de sujeción**

El sistema de sujeción es lo que mantiene la integridad del conjunto hombre-máquina. Su propósito es evitar cualquier deslizamiento o desajuste que pueda comprometer la precisión del equipo. Al mantener el exoesqueleto perfectamente alineado con el cuerpo, se garantiza que la protección sea constante y que el usuario mantenga el control total de sus movimientos en todo momento.

## **Cálculos biomecánicos de exoesqueleto**

### ***Tabla antropométrica***

Se consideraron datos antropométricos estimados de cuatro trabajadoras, cuyas estaturas son 1,45 m, 1,52 m, 1,59 m y 1,62 m. Los valores fueron obtenidos a partir de proporciones corporales estándar para mujeres adultas, con fines académicos, ante la ausencia de mediciones directas. En la **Tabla 57** se presentan los datos antropométricos utilizados como base para los cálculos.

**Tabla 57**

*Datos antropométricos de las trabajadoras evaluadas.*

<b>Trabajadora</b>	<b>Estatura (m)</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Longitud de tronco (m)</b>	<b>Centro de masa (m)</b>
1	1,45	48 kg	0,75	0,80
2	1,52	52 kg	0,79	0,84
3	1,59	60 kg	0,83	0,87
4	1,62	58 kg	0,84	0,89

Nota. Valores antropométricos que se utilizan para poder realizar el cálculo biomecánico.

### **Cálculo de la fuerza ejercida por el peso corporal**

La fuerza que actúa sobre la región lumbar se calcula en la siguiente formula:

$$F = m \cdot g$$

m = masa del cuerpo

g= 9,81 está definida por la Física clásica el valor promedio.

- Trabajadora 1

$$F = 48 \cdot 9,81 = 470,88 \text{ N}$$

- Trabajadora 2

$$F = 52 \cdot 9,81 = 510,12 \text{ N}$$

- Trabajadora 3

$$F = 60 \cdot 9,81 = 588,60 \text{ N}$$

- Trabajadora 4

$$F = 58 \cdot 9,81 = 568,98 \text{ N}$$

## **Cálculo del momento biomecánico lumbar sin la aplicación del exoesqueleto**

Cálculo de flexión lumbar se realiza de la siguiente formula

$$M = F \cdot d$$

F = fuerza del peso corporal

d= distancia horizontal desde el centro de masa al eje lumbar

- Trabajadora 1

$$M = 470,88 \cdot 0,80 = 376,70 \text{ Nm}$$

- Trabajadora 2

$$M = 510,12 \cdot 0,84 = 428,50 \text{ Nm}$$

- Trabajadora 3

$$M = 588,60 \cdot 0,87 = 512,08 \text{ Nm}$$

- Trabajadora 4

$$M = 568,98 \cdot 0,89 = 506,39 \text{ Nm}$$

## **Reducción del momento lumbar con la aplicación de exoesqueleto**

Con el Laevo Flex se reduce entre el 30% y el 40% de momento lumbar

Para el siguiente cálculo se aplica el 30% y se lo calcula con la siguiente fórmula

$$Masistido = M \cdot (1 - 0,30)$$

- Trabajadora 1

$$Masistido = 376,70 \cdot 0,70 = 263,69 \text{ Nm}$$

- Trabajadora 2

$$Masistido = 428,50 \cdot 0,70 = 299,95 \text{ Nm}$$

- Trabajadora 3

$$Masistido = 512,08 \cdot 0,70 = 358,46 Nm$$

- Trabajadora 4

$$M = 506,39 \cdot 0,70 = 354,47 Nm$$

## Resultados esperados

### Banda transportadora

Se presenta una tabla comparativa que detalla el cambio del nivel de riesgo actual frente al nivel de riesgo propuesta. En este análisis se contrastan los indicadores de riesgo ergonómico iniciales frente a los resultados proyectados tras la implementación de la banda transportadora de acero inoxidable en el área de viscerado.

#### Tabla 58

*Resultados esperados Banda transportadora.*

	<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Método</b>	<b>Nivel de riesgo (ANTES)</b>	<b>Nivel de riesgo (PROPUESTA)</b>	
Nota:	Lavado de vísceras	OWAS	3-4	1-2	Al
	Lavado de vísceras	Check List OCRA	22, 3	11	
	Lavado de vísceras	NIOSH	1-3	1	

realizar la tabla de comparación se evidencia un cambio significativo en los indicadores de riesgo OWAS, CHECK LIST OCRA y NIOSH, tras de realizar un cambio en el manejo manual por la ayuda mecánica. La reducción de los valores se justifica por la banda transportadora, lo que permite que los operarios mantengan una postura neutra y eliminar el levantamiento manual de carga, mitigando así la fatiga muscular y el riesgo de trastornos musculoesqueléticos.

### Exoesqueleto

Se presenta una tabla comparativa que detalla el cambio del nivel de riesgo actual frente al nivel de riesgo propuesto. En este análisis se contrastan los indicadores de riesgo ergonómico iniciales basados en el torque lumbar generado por la postura frente a los

resultados proyectados tras la implementación del exoesqueleto Laevo Flex en las tareas de levantamiento y postura inclinada.

**Tabla 59**

*Resultados esperados de exoesqueleto.*

N° de trabajador	Momento sin exoesqueleto	Momento con exoesqueleto	Reducción
1	377,70Nm	263,69Nm	30%
2	428,50Nm	299,95Nm	30%
3	512,08Nm	358,46Nm	30%
4	508,39Nm	354,47Nm	30%

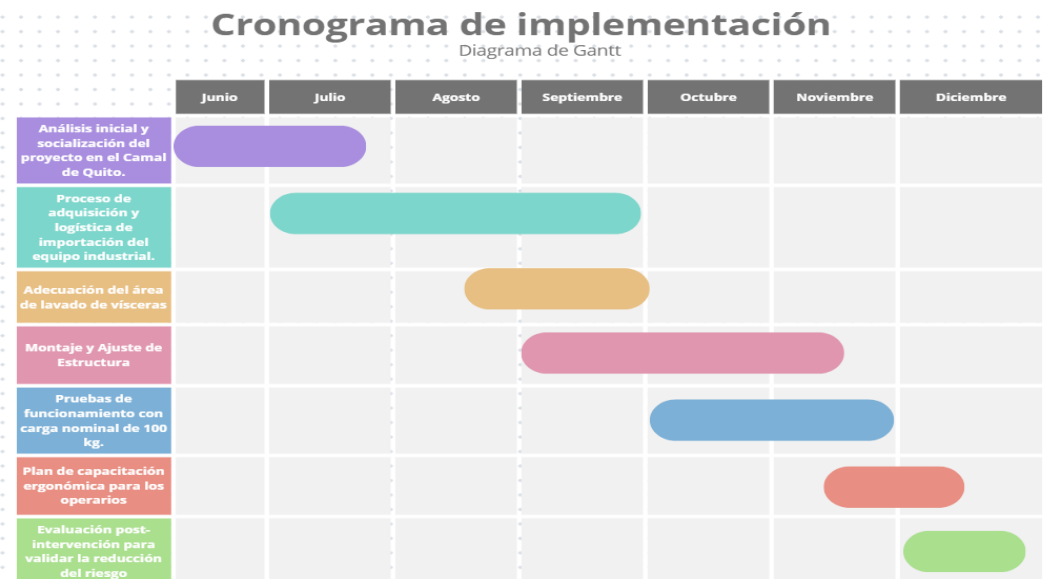
Nota. El uso del Laevo Flex reduce un 30% la carga lumbar en todas las trabajadoras evaluadas. Este alivio biomecánico protege los discos intervertebrales y la musculatura de la espalda, mitigando el riesgo de lesiones por posturas forzadas. Así, el exoesqueleto se consolida como la solución preventiva clave para esta operación.

### Cronograma de implementación de la propuesta

La ejecución de la implementación de la propuesta de mejora ergonómica se ha estructurado en un periodo de siete meses, asegurando que cada fase técnica y administrativa se cumpla sin interrumpir la operatividad del Camal.

**Figura 26**

*Diagrama de Gantt.*



Se presenta la planificación temporal para la ejecución de la propuesta mediante un Diagrama de Gantt. El cronograma contempla una fase robusta de adquisición y logística entre Julio y septiembre, considerando los tiempos de importación del equipo. La fase crítica se sitúa entre septiembre y noviembre con la instalación física y pruebas de carga, culminando en diciembre con una post- intervención ergonómica que validar que el cumplimiento de los resultados esperados tras la mecanización n el área de lavado de vísceras.

### **Análisis de costos**

La implementación del sistema mecanizado en el área de viscerado requiere una inversión inicial orientada a la adquisición de activos y la adecuación técnica del puesto de trabajo.

**Tabla 60**

*Análisis de costos*

<b>Concepto de gasto</b>	<b>Tiempo estimado</b>	<b>Banda transportadora</b>	<b>Exoesqueleto Laevo Flex</b>	<b>Valor acumulado</b>
Análisis inicial y socialización del proyecto en el camal de calacalí	2 meses	\$50	\$50	\$100
Proceso de adquisición y logística de importación del equipo industrial	3 meses	\$599,90	\$5.566.50	\$6.266,40
Adecuación del área de lavado de vísceras	2 meses	\$250	\$400	\$6.916,40
Montaje y ajuste de la estructura	3 meses	\$50	\$50	\$7.016,40
Prueba de funcionamiento de los equipos	2 meses	\$100	\$100	\$7.216,40
Plan de capacitación ergonómica para los operarios	1 mes	\$1000	\$2000	\$10.216,40
Evaluación post-intervención para validar la reducción de riesgo	1 mes	\$150	\$200	\$10.566,40
<b>Total</b>		<b>\$2.199,90</b>	<b>\$8.366,50</b>	

## Evaluación de rentabilidad económica (VAN y TIR)

**Tabla 61**

*Obtención de datos.*

Indicador	Valor	Estado / Criterio
<b>Inversión Inicial Total</b>	<b>\$10.566,40</b>	Consolidado total del proyecto
<b>VAN (Valor Actual Neto)</b>	Positivo (2.701,35)	Viable, los ahorros superan los costos
<b>TIR (Tasa Interna de Retorno)</b>	Superior a la tasa de descuento	Inversión eficiente, recuperación acelerada

Nota. Realizado por el autor (2026).

### Cálculo del VAN

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{Ft}{(1+r)^t}$$

$$VAN = -10.566,40 + \sum_{t=1}^5 \frac{3500}{(1+0,10)^t}$$

$$VAN = 2.701,35$$

### Cálculo del TIR

El TIR es la tasa que realiza el VAN sea igual a 0

Resultado del TIR = 20%

PERIODO (años)	0	1	2	3	4	5
FLUJO NETO DE EFECTIVO	-10566,4	3500	3500	3500	3500	3500
TASA	10%					
TIR=	20%					

Dado que el resultado de la TIR es mayor a la tasa de descuento el proyecto se considera que es Viable, la inversión es eficiente y que el retorno del dinero es de manera acelerada.

**Tabla 62**

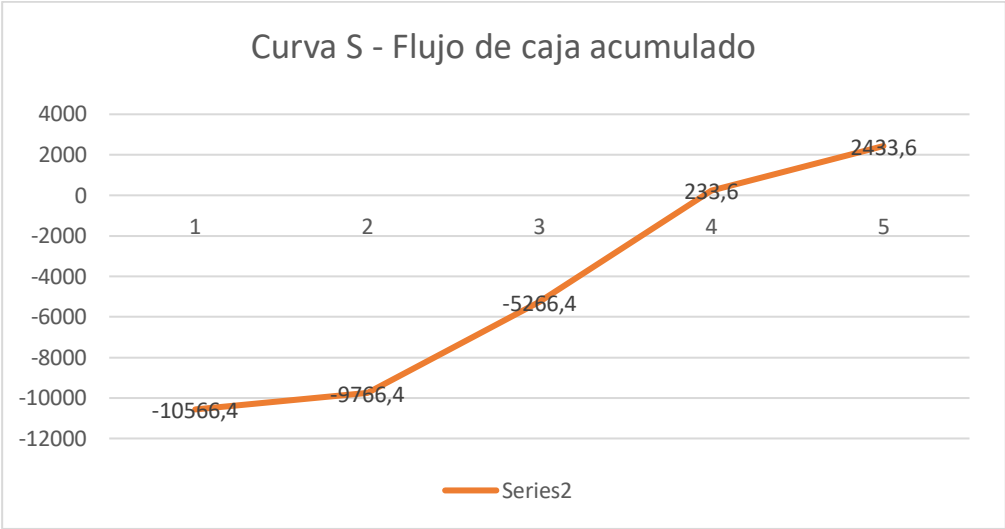
*Flujo de caja del proyecto y flujo acumulado.*

Periodos (Columna A)	Flujo Neto (Columna B)	Flujo Acumulado (Columna C)
0	-10566,4	-10566,4
1	800	-9766,4
2	4500	-5266,4
3	5500	233,6
4	2200	2433,6

Con los siguientes datos se realiza la Curva S- Flujo de caja acumulado

**Figura 27**

*Curva S de Flujo de caja acumulado.*



Nota. La curva representa el flujo de caja acumulado del proyecto por periodos, mostrando la recuperación de la inversión inicial en el periodo tres.

## Capítulo IV

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

- A través de la aplicación de herramientas de diagnóstico como los diagramas de flujo y de tortuga, se logró mapear el flujo operativo del Camal, desglosándolo en ocho fases fundamentales que van desde la recepción hasta el oreo. Tras este levantamiento, se evidenció que el nodo crítico se localiza en el área de vísceras. Este sector destaca por encima de los demás debido a que la carga de trabajo es predominantemente manual, careciendo de la tecnología necesaria para mitigar el esfuerzo físico del personal.
- La validación ergonómica integral, sustentada en los resultados de los indicadores OWAS, OCRA y NIOSH, certifica que las condiciones actuales de faenamiento representan un riesgo crítico e inasumible. La interacción entre movimientos altamente repetitivos y el levantamiento de pesos que rompen los umbrales de seguridad biomecánica genera una vulnerabilidad extrema para el operario. Por tanto, la intervención técnica se presenta como la única vía efectiva para corregir estas deficiencias y asegurar un entorno de trabajo que cumpla con las normativas nacionales de seguridad y salud ocupacional
- Se diseñó una propuesta de mejora que ataca el riesgo en la fuente mediante la implementación de una banda transportadora mecanizada en el área de viscerado, la cual reduce drásticamente la necesidad de carga manual y posturas incómodas. Además, se estableció un Cronograma de Bienestar con pausas activas (activación, compensación y reactivación) para mitigar el impacto del trabajo repetitivo en la jornada nocturna.

## Recomendaciones

- Es recomendable que la administración enfoque sus recursos de mejora inicialmente en el departamento de vísceras, basándose en los resultados del diagnóstico que lo señalan como el punto de mayor vulnerabilidad operativa. Se vuelve fundamental que la planificación de nuevas estrategias de seguridad industrial considere a este sector como el punto de partida para cualquier cambio normativo o tecnológico. Priorizar esta área no solo optimizará la seguridad en el punto más crítico, sino que servirá como base para mitigar los riesgos biomecánicos en toda la infraestructura del camal.
- Considerando que las evaluaciones mediante OWAS, OCRA y NIOSH revelaron niveles de riesgo fuera de los rangos permitidos, se sugiere la implementación de un programa de vigilancia epidemiológica enfocado en el seguimiento continuo de la salud musculoesquelética del equipo humano. Es vital asegurar que las tareas de manipulación de carga se ajusten estrictamente al Límite de Peso Recomendado y que se fortalezcan las competencias del personal en higiene postural. Estas medidas no solo corrigen las deficiencias detectadas, sino que garantizan que el Camal opere bajo los lineamientos de seguridad exigidos por el Decreto CD 255.
- Se recomienda proceder con la ejecución inmediata de la propuesta de mejora diseñada, que incluye la instalación de la banda transportadora mecanizada, la aplicación del Cronograma de Bienestar y la obtención del exoesqueleto Laevo Flex. Para asegurar el éxito de estas medidas, se debe capacitar al personal en el uso correcto del nuevo equipo y supervisar que las pausas activas (activación, compensación y reactivación) se realicen sin excepciones, permitiendo la recuperación física necesaria durante la jornada nocturna.

## Bibliografía

### Bibliografía

- Jose , A., & Diego, M. (2015). *Ergonautas*. Obtenido de Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas:  
<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>
- Bajaña, M. M. (2021). *Riesgos ergonómicos asociados al puesto de trabajo del personal administrativo*. Obtenido de Riesgos ergonómicos asociados al puesto de trabajo del personal administrativo.: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8118323>
- Cabezas-Heredia, , E., Molina-Granja,, F., Cabezas-Chávez,, L., Vargas, , V., & Cachay-Boza, , O. (8 de Septiembre de 2025). *Google Académico*. Obtenido de Sistema digital de monitoreo y análisis de trastornos musculoesqueléticos mediante el test de kuorinka. Universidad y Sociedad:  
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/5222/5381>
- Chancay Veliz, S. A. (20 de febrero de 2024). *Google académico* . Obtenido de Google académico : <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27514/1/UPS-GT005004.pdf>
- Dueñas Velásquez, , A., & Rondón Moreno, , Y. (2023). *Google Académico*. Obtenido de MATRIZ DE IDENTIFICACION, EVALUACION Y VALORACION DE RIESGOS PARA EL CONTROL DE PELIGROS SEGUN LA GTC 45:  
<http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/12707>
- Escalante , M., Nuñez , M., & Izquierdo , H. (2018). *Evaluación ergonómica en la producción. Caso de estudio*:. Obtenido de Universidad de Carabobo:  
<https://www.redalyc.org/journal/2150/215058535006/215058535006.pdf?utm>
- INSST. (2018). *Análisis de posturas forzadas*. Obtenido de Método REBA:  
<https://www.insst.es/documentacion/herramientas-de-prl/app/analisis-de-posturas-forzadas-metodo-reba-2018>
- ITURRI. (s.f.). *Exoesqueleto LAEVO FLEX 3.0* . Obtenido de [https://shop.iturri.com/ergonomia-y-exoesqueletos/6092-exoesqueleto-laevo-v256.html?srsId=AfmBOorCwztVKE\\_A6YJyugKahngk4L9aI2K9CktChgYk3sEbGtDfNJ3t](https://shop.iturri.com/ergonomia-y-exoesqueletos/6092-exoesqueleto-laevo-v256.html?srsId=AfmBOorCwztVKE_A6YJyugKahngk4L9aI2K9CktChgYk3sEbGtDfNJ3t)

- Mas, D., & J. A. (2015). *OWAS-Universidad Politécnica de Valencia*. Obtenido de Ovako Working Analysis System: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>
- Rodríguez Salinas , Rodríguez Tovar, & Guitierrez Escajeda. (2023). Análisis de riesgos posturales en empresa mueblera con el método ergonómico Rapid Entire Body Assessment (REBA). *TECNOCENCIA Chihuahua*, 17(2), 1-17. Obtenido de Tecnociencia Chiguagua .
- Rodríguez-Salinas, N. G., Rodríguez-Tovar, Y., & Gutiérrez-Escajeda, M. T. (2023). *Análisis de riesgos posturales en empresa mueblera con el método ergonómico Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. Obtenido de TECNOCENCIA Chihuahua: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/106045104/1119\\_Riesgos\\_posturales\\_V3-libre.pdf?1695930886=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAnalisis\\_de\\_riesgos\\_posturales\\_en\\_empres.pdf&Expires=1761023740&Signature=S7PVfIWbAW5ayBeIzZku1dYnqlGNNKeh1M](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/106045104/1119_Riesgos_posturales_V3-libre.pdf?1695930886=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAnalisis_de_riesgos_posturales_en_empres.pdf&Expires=1761023740&Signature=S7PVfIWbAW5ayBeIzZku1dYnqlGNNKeh1M)
- Saavedra Rebatta, C. A. (2023). *Evaluación de los factores de riesgo físico y ergonómico en la seguridad y salud laboral de los trabajadores del Camal Municipal de Chincha, provincia de Chincha*. Obtenido de Evaluación de los factores de riesgo físico y ergonómico en la seguridad y salud laboral de los trabajadores del Camal Municipal de Chincha, provincia de Chincha: <https://repositorio.unica.edu.pe/items/dce5bd2d-7b2e-42e4-bf48-f89025bc5f28>
- Sánchez-Oropeza, A. W.-H.-M.-R.-L.-M. (2022). La seguridad y salud ocupacional a través de los años. *Ingenio Y Conciencia Boletín Científico De La Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 9(17), 1-11.
- Trabajo, M. d., & Ministerio, t. (02 de Mayo de 2024). *CD 255: Reglamento de seguridad y salud en el trabajo, Registro oficial*. Obtenido de Decreto CD 255: Reglamento de seguridad y salud en el trabajo, Registro oficial.: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf>
- Uzhca Sagbay, C. A. (2021). *Estudio comparativo entre el método Check List OCRA y RULA-RULER para la evaluación de riesgos ergonómicos asociados con sufrir enfermedades musculoesqueléticas en operativos de línea*. Obtenido de <https://rest->

dspace.ucuenca.edu.ec/server/api/core/bitstreams/222c7829-ada7-44fd-98b9-62f2f36b7fb1/content

VEVOR. (s.f.). *Upgrade The Home Creator Way*. Obtenido de VEVOR Belt Conveyor, 59 x 23.6 inch Conveyor Table.: [https://www.vevor.com/belt-conveyor-c\\_10439/vevor-belt-conveyor-59-x-23-6-inch-conveyor-table-heavy-duty-stainless-steel-motorized-belt-conveyor-for-inkjet-coding-applications-powered-pvc-belt-anti-static-adjustable-speed-double-guardrail--p\\_010757355409](https://www.vevor.com/belt-conveyor-c_10439/vevor-belt-conveyor-59-x-23-6-inch-conveyor-table-heavy-duty-stainless-steel-motorized-belt-conveyor-for-inkjet-coding-applications-powered-pvc-belt-anti-static-adjustable-speed-double-guardrail--p_010757355409)

# Anexos

## Anexos 1

### Matriz IPER GTC-45

Nota. Si nivel de riesgo es de 4000-6000 es un nivel de riesgo no aceptable, si el valor da menor a 20 el nivel de riesgo es aceptable.

## Anexos 2

### Tabla de matriz.

#### Determinación del nivel de deficiencia

Nivel de deficiencia	Valor de ND	Significado
Muy Alto (MA)	10	Se ha (n) detectado peligro (s) que determina(n) como posible la generación de incidentes o consecuencias muy significativas, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo es nula o no existe, o ambas.
Alto (A)	6	Se ha (n) detectada algún (os) peligro (s) que pueden dar lugar a consecuencias significativa (s), o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es baja, o ambas.
Medio (M)	2	Se han detectado peligros que pueden dar lugar a consecuencias poco significativas o de menor importancia, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es moderada, o ambas.
Bajo (B)	No se asigna valor	No se ha detectado consecuencia alguna, o la eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes es alta, o ambas. El riesgo está controlado.

Nota. Tabla de directrices de la matriz IPER GTC-45.

**Tabla No. Determinación del nivel de exposición**

Nivel de exposición	Valor de NE	Significado
Continua (EC)	4	La situación de exposición se presenta sin interrupción o varias veces con tiempo prolongado durante la jornada laboral
Frecuente (EF)	3	La situación de exposición se presenta varias veces durante la jornada laboral por tiempos cortos
Ocasional (EO)	2	La situación de exposición se presenta alguna vez durante la jornada laboral y por un período de tiempo corto
Esporádica (EE)	1	La situación de exposición se presenta de manera eventual

Nota. Tabla de directrices de la matriz IPER GTC-45.

### Anexos 3

*Tabla de matriz.*

**Significado de los diferentes niveles de probabilidad**

Nivel de probabilidad	Valor de NP	Significado
Muy Alto (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continua o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia
Alto (A)	Entre 20 y 10	situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en la vida laboral.
Medio (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica o bien situación mejorada con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Bajo (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica, o situación sin anomalía destacable con cualquier nivel de exposición. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Nota. Tabla de directrices de la matriz IPER GTC-45.

## Anexos 4

*Tablas de matriz.*

**Significado del nivel de riesgo**

Nivel de riesgo	Valor de NR	Significado
I	400 - 600	Situación crítica. Suspender actividades hasta que el riesgo esté bajo control. Intervención urgente
II	500 - 150	Corregir y adoptar medidas de control de inmediato. Sin embargo, suspenda actividades si el nivel de riesgo está por encima o igual de 360
III	120 - 40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	Mantener las medidas de control existentes, pero se deberían considerar soluciones o mejoras y se deben hacer comprobaciones periódicas para asegurar que el riesgo aún es aceptable.

Nota. Tabla de directrices de la matriz IPER GTC-45.

## Anexos 5

*Tabla de matriz.*

**Aceptabilidad del riesgo**

Nivel de riesgo	Significado
I	No aceptable
II	No aceptable o aceptable con control específico
III	Aceptable
IV	Aceptable

Nota. Tabla de directrices de la matriz IPER GTC-45.

## Anexos 6

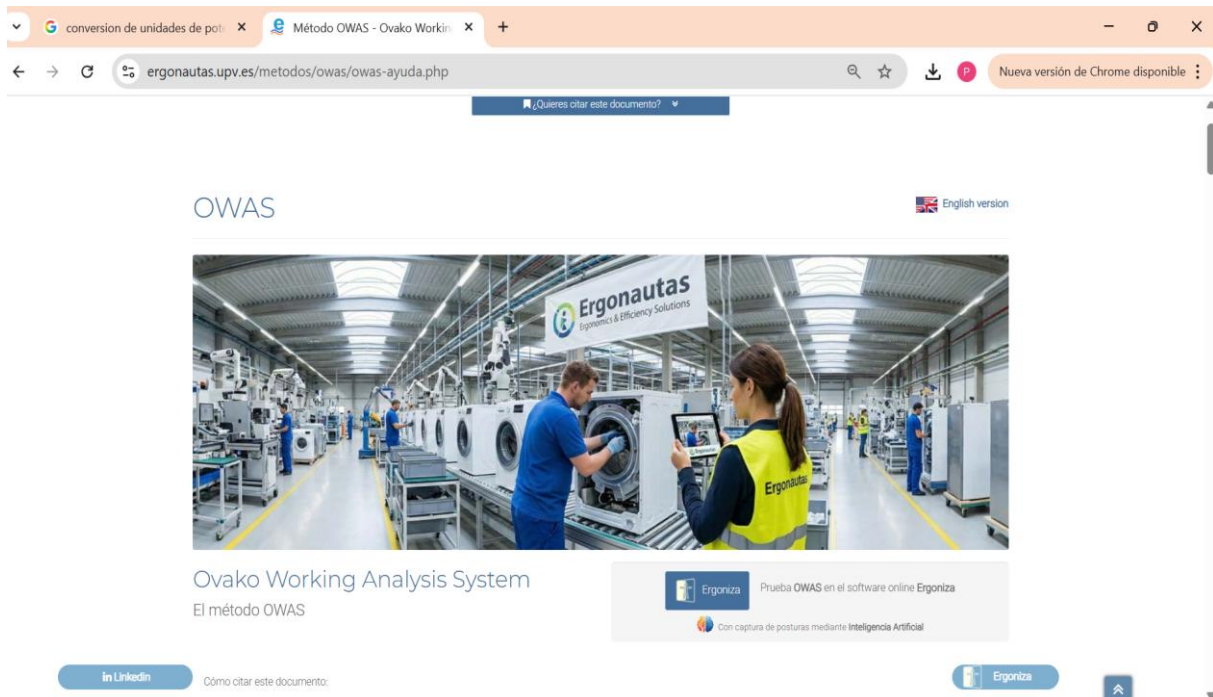
### Cuestionario Nórdico de Kuorinka.

Cuestionario Nórdico de síntomas músculo-tendinosos					
	Cuello	Hombro I <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Dorsal o lumbar	Codo o antebrazo I <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>	Muñeca o mano I <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/>
1. ¿ha tenido molestias en ....?	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Si ha contestado NO a la pregunta 1, termina el cuestionario					
2. ¿desde hace cuanto tiempo?					
3. ¿ha necesitado cambiar de puesto de trabajo?	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
4. ¿ha tenido molestias en los últimos 12 meses?	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
Si ha contestado NO a la pregunta 4, termina el cuestionario					
5. ¿Cuánto tiempo ha tenido molestias en los últimos 12 meses?	1-7 días <input type="checkbox"/>	1-7 días <input type="checkbox"/>	1-7 días <input type="checkbox"/>	1-7 días <input type="checkbox"/>	1-7 días <input type="checkbox"/>
	8-30 días <input type="checkbox"/>	8-30 días <input type="checkbox"/>	8-30 días <input type="checkbox"/>	8-30 días <input type="checkbox"/>	8-30 días <input type="checkbox"/>
	>30 días <input type="checkbox"/>	>30 días <input type="checkbox"/>	>30 días <input type="checkbox"/>	>30 días <input type="checkbox"/>	>30 días <input type="checkbox"/>
	siempre <input type="checkbox"/>	siempre <input type="checkbox"/>	siempre <input type="checkbox"/>	siempre <input type="checkbox"/>	siempre <input type="checkbox"/>
6. ¿Cuánto dura cada episodio?	< 1 hora <input type="checkbox"/>	< 1 hora <input type="checkbox"/>	< 1 hora <input type="checkbox"/>	< 1 hora <input type="checkbox"/>	< 1 hora <input type="checkbox"/>
	1 - 24 horas <input type="checkbox"/>	1 - 24 horas <input type="checkbox"/>	1 - 24 horas <input type="checkbox"/>	1 - 24 horas <input type="checkbox"/>	1 - 24 horas <input type="checkbox"/>
	1-7 días <input type="checkbox"/>	1-7 días <input type="checkbox"/>	1-7 días <input type="checkbox"/>	1-7 días <input type="checkbox"/>	1-7 días <input type="checkbox"/>
	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>
	> 1 mes <input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>
7. ¿Cuánto tiempo estas molestias le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses?	0 días <input type="checkbox"/>	0 días <input type="checkbox"/>	0 días <input type="checkbox"/>	0 días <input type="checkbox"/>	0 días <input type="checkbox"/>
	1- 7 días <input type="checkbox"/>	1- 7 días <input type="checkbox"/>	1- 7 días <input type="checkbox"/>	1- 7 días <input type="checkbox"/>	1- 7 días <input type="checkbox"/>
	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>	1 - 4 semanas <input type="checkbox"/>
	> 1 mes <input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>	> 1 mes <input type="checkbox"/>
8. ¿ha recibido tratamiento por estas molestias en los últimos 12 meses?	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
9. ¿ ha tenido molestias en los últimos 7 días?	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>
	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>
10. pongale notas a sus molestias entre 0 (sin molestia) y 5(molestia muy fuerte)	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>	1 <input type="checkbox"/>
	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>	2 <input type="checkbox"/>
	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>	3 <input type="checkbox"/>
	4 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>	4 <input type="checkbox"/>
	5 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>	5 <input type="checkbox"/>
11. ¿ a qué atribuye estas molestias?					

Nota. Identificación de riesgos corporales sustanciales que fue establecido por Kourinka. (Cabezas-Heredia, , Molina-Granja,, Cabezas-Chávez,, Vargas, , & Cachay-Boza, )

## Anexos 7

### Método OWAS.



Nota. Fotografía que se tomó de ( Jose & Diego, 2015)

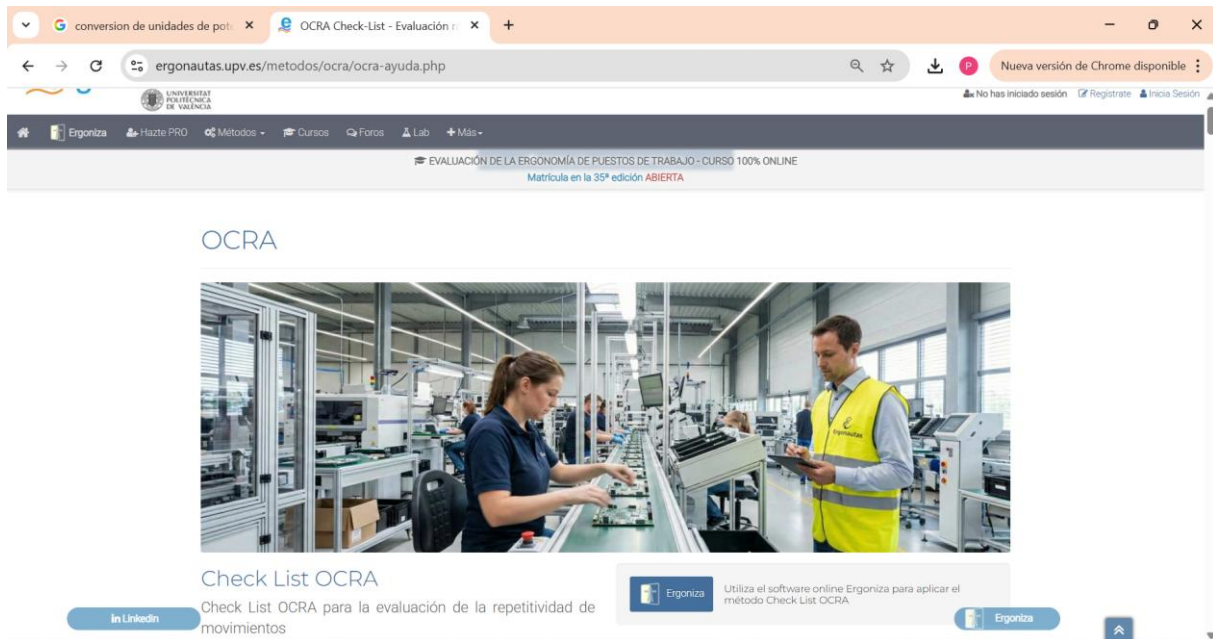
## Anexos 8

### Clasificación de niveles de riesgos.

Categoría de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

## Anexos 9

### Método Check List OCRA.

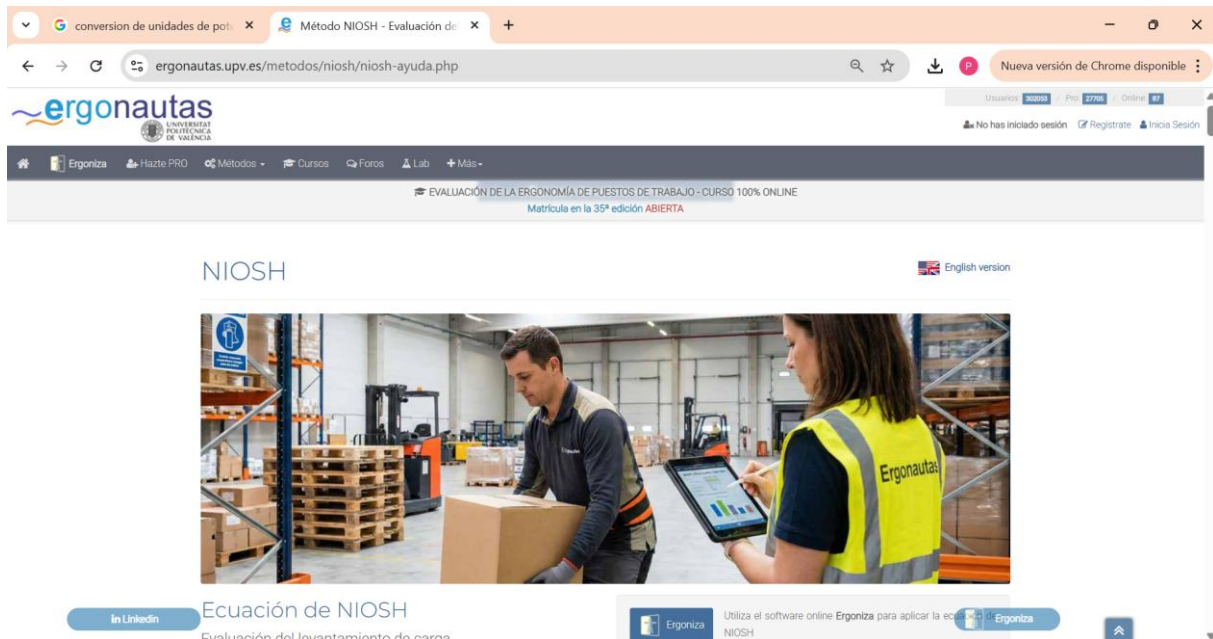


The screenshot shows a web browser window with the URL [ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php](http://ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php). The page header includes the Ergonautas logo and navigation links. The main content area is titled "OCRA" and features a photograph of a woman working at a workstation in a factory, with a man in a yellow safety vest holding a tablet. Below the photo, the text reads "Check List OCRA" and "Check List OCRA para la evaluación de la repetitividad de movimientos". There are also buttons for "in LinkedIn" and "Ergoniza" (Utiliza el software online Ergoniza para aplicar el método Check List OCRA).

Nota. Fotografía que se tomó de ( Jose & Diego, 2015)

## Anexos 10

### Método NIOSH.

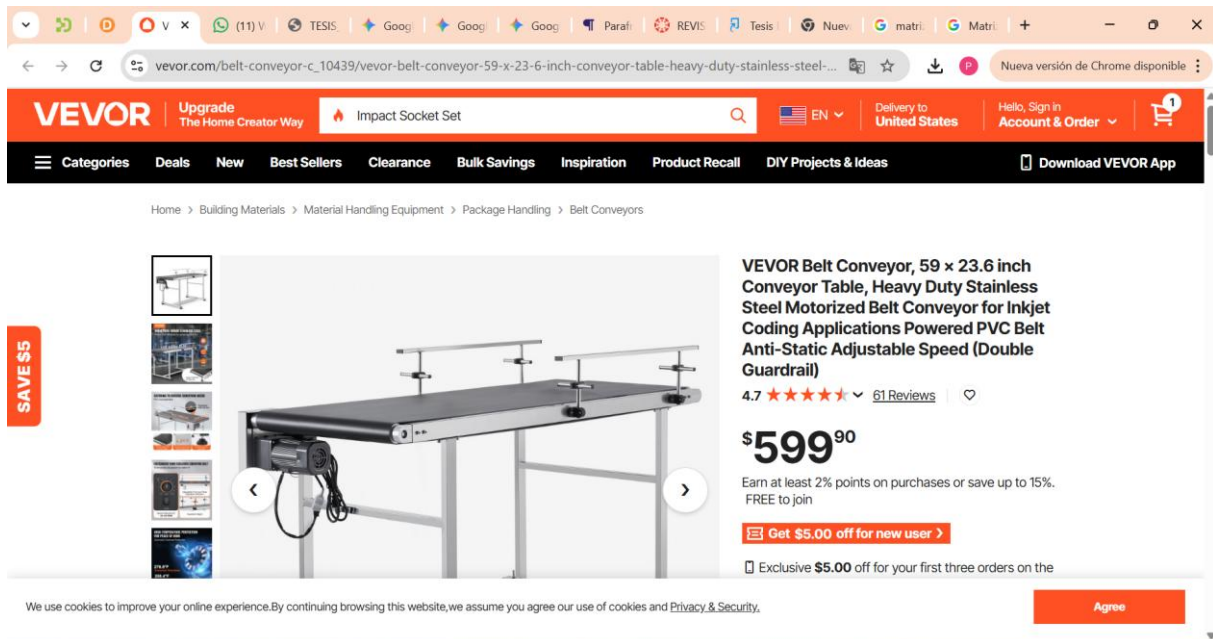


The screenshot shows a web browser window with the URL [ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php](http://ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php). The page header includes the Ergonautas logo and navigation links. The main content area is titled "NIOSH" and features a photograph of a man in a dark shirt handling a cardboard box in a warehouse, with a woman in a yellow safety vest holding a tablet. Below the photo, the text reads "Ecuación de NIOSH" and "Evaluación del levantamiento de carga". There are also buttons for "in LinkedIn" and "Ergoniza" (Utiliza el software online Ergoniza para aplicar la ecuación de NIOSH).

Nota. Fotografía que se tomó de ( Jose & Diego, 2015)

## Anexos 11

Cotización de la banda transportadora propuesta.



The screenshot shows the VEVOR website interface. At the top, there's a navigation bar with the VEVOR logo, a search bar containing 'Impact Socket Set', and options for language (EN) and delivery location (United States). Below the navigation bar, there's a breadcrumb trail: Home > Building Materials > Material Handling Equipment > Package Handling > Belt Conveyors. The main product image shows a stainless steel motorized belt conveyor table with a motor and a guardrail. To the left of the image is a vertical 'SAVE \$5' badge. To the right of the image, the product title is 'VEVOR Belt Conveyor, 59 x 23.6 inch Conveyor Table, Heavy Duty Stainless Steel Motorized Belt Conveyor for Inkjet Coding Applications Powered PVC Belt Anti-Static Adjustable Speed (Double Guardrail)'. Below the title, there's a 4.7-star rating with 61 reviews and a price of \$599<sup>90</sup>. A promotional message states 'Earn at least 2% points on purchases or save up to 15% FREE to join'. There are two buttons: 'Get \$5.00 off for new user >' and 'Exclusive \$5.00 off for your first three orders on the'. At the bottom of the page, there's a cookie consent banner with an 'Agree' button.

Nota. Investigación de los costos de la ayuda mecánica que se realizó en (VEVOR, s.f.)

## Anexos 12

Cotización del exoesqueleto Laevo Flex



The screenshot shows the LAEVO website product page for the 'Exoesqueleto LAEVO FLEX 3.0'. On the left, there are two images of the exoskeleton: one showing the back and waist area, and another showing the front and leg area. A green circular badge above the images says 'ENVÍO GRATIS PENÍNSULA'. The product title is 'Exoesqueleto LAEVO FLEX 3.0' with the brand name 'LAEVO' below it. The reference number 'REF. 40109220' is on the right. The price is listed as '5.566,54€ IVA exc.' and '6.735,51€ IVA inc.'. Below the price, there's a button that says '¿Eres una empresa? Solicita tu precio especial'. A descriptive paragraph states: 'Laevo FLEX es un exoesqueleto pasivo diseñado para asistir la movilidad de los trabajadores con inclinaciones repetidas o repetitivas del tronco. Este dispositivo ayuda a reducir la fatiga y el riesgo de lesiones al proporcionar soporte adicional a los músculos de la espalda, especialmente en la región lumbar.' Below the text is a link for 'Más información y documentación técnica'. At the bottom, there's a section for size selection with the text 'Introduce la cantidad que necesitas de cada talla'. A table shows the price for each size: XS (5.566,54€), S (5.566,54€), M (5.566,54€), L (5.566,54€), and XL (5.566,54€).

Size	Price
XS	5.566,54€
S	5.566,54€
M	5.566,54€
L	5.566,54€
XL	5.566,54€

Nota. Investigación de los costos del equipo que se realizó en (ITURRI, s.f.)

## Anexos 13

### Abstract

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

**AUTHOR:** NUÑEZ ZUMBA PATRICIA NICOLE

**TUTOR:** RON VALENZUELA PABLO ELICIO

#### THEME

ERGONOMIC MEASURES IN WORKSTATIONS OF THE BOVINE SLAUGHTERING PROCESS

#### ABSTRACT

This study was conducted at the Calacall slaughterhouse plant in Quito, where it was determined that bovine processing relies on manual execution and limited technological tools. This situation exposes operators to critical ergonomic hazards, including the maintenance of unfavorable ergonomic postures, continuous repetition of tasks, and constant handling of heavy weights. In response to this scenario, an integral ergonomic strategy is proposed based on industrial safety parameters, aimed at reducing the identified biomechanical risks. The methodological approach began with a process diagnosis using turtle and flow diagrams, followed by a standardized technical assessment that employed the OWAS postural evaluation system; for repetitiveness, the OCRA Checklist was used as an evaluation instrument, and NIOSH for examining manual load handling. The results confirmed unacceptable risk levels, evidenced by categories 3 and 4 in OWAS and a high risk level in OCRA. As a technical solution, the incorporation of a mechanized conveyor belt in the evisceration section is proposed, complemented by a Wellness Schedule that includes activation, compensation, and reactivation breaks. With an estimated investment of \$1,099.90, the economic analysis confirms the feasibility of the proposal, presenting a positive Net Present Value and an Internal Rate of Return of 20%, exceeding the cost of capital opportunity, thus justifying capital recovery through reduced absenteeism and prevention of occupational pathologies. Finally, the proposal aligns with Decree CD 255, promoting the musculoskeletal well-being of each operator and enhancing the plant's productivity efficiency.

**KEYWORDS:** conveyor belt, ergonomics, slaughtering, occupational health



Nota. Evidencia de abstract aprobado.