



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LA POSTURA LABORAL  
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA RULA EN EL GARAJE MUNICIPAL  
DEL GAD, LA LIBERTAD, ECUADOR, 2024”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERA INDUSTRIAL**

**AUTOR:**

**VERA RODRÍGUEZ ÁNGEL JOSÉ**

**TUTOR:**

**ING. HERRERA BRUNETT GERARDO ANTONIO, PhD.**

La Libertad, Ecuador

2024

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**GARAGE“EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LA POSTURA LABORAL  
UTILIZANDO LA METODOLOGÍA RULA EN EL GARAJE MUNICIPAL  
DEL GAD, LA LIBERTAD, ECUADOR, 2024”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR:**

**VERA RODRÍGUEZ ÁNGEL JOSÉ**

**TUTOR:**

**ING. HERRERA BRUNETT GERARDO ANTONIO, PhD.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

**UPSE**

# CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **VERA RODRÍGUEZ ÁNGEL JOSÉ**, como requerimiento para la obtención del título de **INGENIERO INDUSTRIAL**.

**TUTOR**



f. \_\_\_\_\_

**Ing. Herrera Brunett Gerardo Antonio, PhD.**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**



f. \_\_\_\_\_

**Ing. Moreno Alcívar Lucrecia Cristina, PhD.**

La Libertad, el día 02 del mes de diciembre del 2024

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “**EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LA POSTURA LABORAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA RULA EN EL GARAJE MUNICIPAL DEL GAD, LA LIBERTAD, ECUADOR, 2024**”, elaborado por el Sr. **VERA RODRÍGUEZ ÁNGEL JOSÉ**, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

**TUTOR**



f. \_\_\_\_\_

**Ing. Herrera Brunett Gerardo Antonio, PhD.**

La Libertad, el día 02 del mes de diciembre del 2024

# DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **VERA RODRÍGUEZ ÁNGEL JOSÉ**

## DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LA POSTURA LABORAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA RULA EN EL GARAJE MUNICIPAL DEL GAD, LA LIBERTAD, ECUADOR, 2024**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**La Libertad, el día 02 del mes de diciembre del 2024**

**EL AUTOR**

f.  \_\_\_\_\_  
**Vera Rodríguez Ángel José**

# AUTORIZACIÓN

Yo, **VERA RODRÍGUEZ ÁNGEL JOSÉ**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, **Evaluación ergonómica de la postura laboral utilizando la Metodología Rula en el Garaje Municipal del GAD, La Libertad, Ecuador, 2024** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

**La Libertad, el día 02 del mes de diciembre del 2024**

**EL AUTOR**

f.   
\_\_\_\_\_

**Vera Rodríguez Ángel José**

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema “**EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LA POSTURA LABORAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA RULA EN EL GARAJE MUNICIPAL DEL GAD, LA LIBERTAD, ECUADOR, 2024**” elaborado por el Sr. **VERA RODRÍGUEZ ÁNGEL JOSÉ**, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el software antiplagio: Compilatio Magister, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 5% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.



Atentamente,

TUTOR

f. \_\_\_\_\_

**Ing. Herrera Brunett Gerardo Antonio, PhD.**

**C.C.: 0909254260**

# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

## CERTIFICADO DE REVISIÓN DE LA REDACCIÓN Y ORTOGRAFÍA

Yo, Magíster. Félix Fernando Tigrero González. Certifico: Que he revisado la redacción y ortografía, contenido del proyecto educativo: **“EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LA POSTURA LABORAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA RULA EN EL GARAJE MUNICIPAL DEL GAD, LA LIBERTAD, ECUADOR, 2024”** elaborado por el egresado. **Vera Rodríguez Ángel José**, previo a la obtención del título de: **INGENIERO INDUSTRIAL**.

Para efecto he procedido a leer y analizar de manera profunda el estilo y la forma del contenido del texto:

- Se denota pulcritud en la escritura en todas sus partes
- La acentuación es precisa
- Se utilizan los signos de puntuación de manera acertada
- En todos los ejes temáticos se evita los vicios de dicción
- Hay concreción y exactitud en las ideas
- No incurre en errores en la utilización de las letras
- La aplicación de la Sinonimia es correcta
- Se maneja con conocimiento y precisión de la morfosintaxis
- El lenguaje es pedagógico, académico, sencillo y directo, por lo tanto, es de fácil comprensión.

Por lo expuesto y en uso de mis derechos como Magíster en Gerencia Educativa en Educación Superior, recomiendo la **VALIDEZ ORTOGRÁFICA** de su tesis previo a la obtención del Título de Ingeniera y deja a vuestra consideración el certificado de rigor para los efectos legales correspondientes.

Atentamente,



**Econ. Félix F. Tigrero González. MSc.**  
**Registro SENESCYT 1017-12-747134**  
**Cuarto Nivel**

## **AGRADECIMIENTOS**

Con el corazón lleno de gratitud, quiero empezar estos agradecimientos reconociendo el inmenso camino recorrido durante estos cinco años, un viaje de aprendizajes, desafíos y crecimiento personal. Primero, agradezco a Dios por haberme guiado, por la sabiduría y fortaleza que me dio en los momentos difíciles y por brindarme la oportunidad de llegar hasta aquí.

**A mi madre Eva Rodríguez**, quien ha sido mi roca y apoyo constante, siempre a mi lado en cada paso de este trayecto, brindándome su amor y aliento incondicional.

**A mi padre José Vera**, mi fuente de inspiración, quien me motivó a seguir adelante cuando las fuerzas flaqueaban, recordándome siempre la importancia de perseverar.

A los docentes que dejaron una huella en mi formación, transmitiéndome conocimientos y valores que fueron fundamentales para alcanzar este objetivo. Su dedicación y paciencia fueron esenciales para mi crecimiento académico y personal. Y a mis amigos, quienes se convirtieron en familia a lo largo de este camino, compartiendo conmigo no solo el esfuerzo y las largas jornadas de estudio, sino también los momentos de alegría y apoyo mutuo.

*Angel Vera Rodríguez*

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico a Dios, por su guía y fortaleza en cada paso de este camino, y por brindarme la sabiduría necesaria para llegar hasta aquí. A mi madre, por su amor y apoyo incondicional; a mi padre, por ser mi inspiración y fuerza en los momentos difíciles; y a mis hermanos, por su compañía y aliento constante.

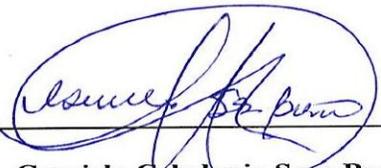
Destaco a mi tutor de tesis, el Ingeniero Gerardo Herrera, por el invaluable apoyo y las motivaciones brindadas día a día, impulsándome a seguir adelante sin importar los obstáculos que se presentan en el camino. Su constante compromiso, paciencia y dedicación, así como la disposición de compartir sus conocimientos y experiencias, han sido fundamentales en mi formación. Gracias a su guía, no solo he fortalecido mis habilidades académicas, sino que también he aprendido valores esenciales que me permitirán crecer como un buen profesional y como persona. Su ejemplo de perseverancia y excelencia ha sido una inspiración para afrontar cada desafío con determinación y confianza.

A mis compañeros de aprendizaje, Tito Gutiérrez, Jacinto Espinales, Kelvin Carchi, Steven Pilay, Marlon Pozo, Fabián Gaviria, Karen Tigreiro y muchos más, quienes compartieron conmigo cada experiencia, reto y alegría en este proceso. Y, de manera especial, a mi compañera Dayanna Veliz, quien, fue una pieza clave en mi motivación para continuar.

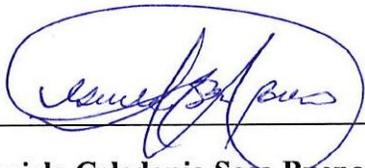
*Angel Vera Rodríguez*

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f.   
\_\_\_\_\_  
**Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar. PhD.**  
**DIRECTOR DE CARRERA**

f.   
\_\_\_\_\_  
**Dra. Graciela Celedonia Sosa Bueno, PhD.**  
**DOCENTE ESPECIALISTA**

f.   
\_\_\_\_\_  
**Ing. Brunett Herrera Gerardo Antonio Msc. PhD**  
**DOCENTE TUTOR**

f.   
\_\_\_\_\_  
**Dra. Graciela Celedonia Sosa-Bueno, PhD.**  
**DOCENTE TUTOR UIC-2**

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN .....	III
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	V
AUTORIZACIÓN .....	VI
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	VII
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA .....	VIII
AGRADECIMIENTOS .....	IX
DEDICATORIA .....	X
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	XI
ÍNDICE GENERAL .....	XII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS .....	XVIII
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS .....	XIX
RESUMEN .....	XX
ABSTRACT.....	XXI
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I .....	8
MARCO TEÓRICO.....	8
1.1. Antecedentes investigativos.....	8

1.2. Estado del arte.....	9
1.3. Fundamentos teóricos .....	33
1.4. Recapitulación del capítulo I .....	35
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>37</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>37</b>
2.1. Enfoque de investigación.....	37
2.2. Diseño de investigación .....	37
2.3. Procedimiento Metodológico.....	37
2.4. Población y Muestra .....	40
2.5. Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos .....	42
2.6. Variables del estudio.....	48
2.7. Operacionalización de las variables.....	48
2.8. Procedimiento para la recolección de los datos .....	51
2.9. Estrategia para el análisis y comprensión de los datos. ....	53
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>55</b>
<b>MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>55</b>
3.1. Generalidades de la organización .....	55
3.2. Etapa 1: Planificación .....	58
3.3. Etapa 2: Recolección de datos. ....	62
3.4. Confiabilidad y validez de los instrumentos de investigación utilizados .....	78
3.5. Etapa 3: Evaluación .....	89
3.6. Marco de discusión .....	116
3.7. Limitaciones del estudio .....	118
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>119</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>120</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>121</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>126</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Criterios de inclusión y exclusión.....	14
<b>Tabla 2.</b> Base de datos.....	15
<b>Tabla 3.</b> Artículos para la Revisión de alcance.....	16
<b>Tabla 4.</b> Normas internacionales relacionadas.....	28
<b>Tabla 5.</b> Frecuencia del método empleado en los artículos obtenidos.....	28
<b>Tabla 6.</b> Frecuencia de instrumentos de investigación .....	30
<b>Tabla 7.</b> Población total de la muestra .....	40
<b>Tabla 8.</b> Métodos de recolección de datos .....	43
<b>Tabla 9.</b> Técnicas e instrumentos para utilizar.....	44
<b>Tabla 10.</b> Matriz de operacionalización de la variable independiente .....	49
<b>Tabla 11.</b> Matriz de operacionalización de la variable dependiente .....	50
<b>Tabla 12.</b> Esquema de acciones para la recopilación de información. ....	51
<b>Tabla 13.</b> Estrategia para el análisis y comprensión de los datos. ....	53
<b>Tabla 14.</b> Datos Generales del GADMCLL.....	56
<b>Tabla 15.</b> Calificación Método Rula .....	59
<b>Tabla 16.</b> Prevalencia de Dolor Musculoesquelético por Región Corporal.....	74
<b>Tabla 17.</b> Impacto en el Trabajo por Región Corporal .....	76
<b>Tabla 18.</b> Resumen del impacto ergonómico al conducir .....	77
<b>Tabla 19.</b> Factores de conducción que afectan la salud musculoesquelética.....	77
<b>Tabla 20.</b> Rangos y coeficiente de confiabilidad .....	79
<b>Tabla 21.</b> Procesamiento de casos.....	79
<b>Tabla 22.</b> Fiabilidad por el coeficiente Alfa de Cronbach .....	80
<b>Tabla 23.</b> Datos estadísticos descriptivos del instrumento .....	80
<b>Tabla 24.</b> Coeficientes de correlación Pearson .....	81
<b>Tabla 25.</b> Coeficiente de correlación de Pearson.....	82
<b>Tabla 26.</b> Conductores de Vehículos Livianos .....	83
<b>Tabla 27.</b> Conductores de Vehículos Pesados .....	84
<b>Tabla 28.</b> Puntuación Brazos .....	85
<b>Tabla 29.</b> Puntuación Antebrazos .....	86

<b>Tabla 30.</b> Puntuación Muñecas .....	86
<b>Tabla 31.</b> Puntuación Giro de Muñecas .....	87
<b>Tabla 32.</b> Puntuación Cuello .....	87
<b>Tabla 33.</b> Puntuación Tronco .....	88
<b>Tabla 34.</b> Resumen de la Calificación Rula - Ergonautas.....	97
<b>Tabla 35.</b> Índice de Riesgo Vehículo Liviano.....	98
<b>Tabla 36.</b> Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Volqueta.....	100
<b>Tabla 37.</b> Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Recolector .....	102
<b>Tabla 38.</b> Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Retroexcavadora .....	104
<b>Tabla 39.</b> Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Motoniveladora.....	106
<b>Tabla 40.</b> Cuadro Comparativo de Vehículos Livianos .....	110
<b>Tabla 41.</b> Cuadro Comparativo de Vehículos Pesados - Volqueta .....	110
<b>Tabla 42.</b> Cuadro Comparativo de Vehículos Pesados - Recolector .....	111
<b>Tabla 43.</b> Cuadro Comparativo de Vehículos Pesados – Retroexcavadora.....	111
<b>Tabla 44.</b> Cuadro Comparativo de Vehículos Pesados – Motoniveladora .....	112
<b>Tabla 45.</b> Niveles de riesgo ergonómico más altos.....	112
<b>Tabla 46.</b> Porcentajes de los niveles ergonómicos más altos.....	113
<b>Tabla 47.</b> Cronograma de Descansos y Pausas Activas.....	114
<b>Tabla 48.</b> Presupuesto de Mejora.....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Pasos de revisión de alcance .....	10
<b>Figura 2.</b> Esquema del proceso de identificación y selección de artículos científicos .....	12
<b>Figura 3.</b> Esquema del proceso de identificación y selección de artículos científicos .....	13
<b>Figura 4.</b> Enfoque metodológico más destacados.....	29
<b>Figura 5.</b> Distribución de las herramientas utilizadas en los artículos analizados.....	31
<b>Figura 6.</b> Secuencia de etapas del proceso de evaluación ergonómica.....	38
<b>Figura 7.</b> Localización Garage - GADMCLL.....	57
<b>Figura 8.</b> Organigrama del Departamento de S&SO .....	57
<b>Figura 9.</b> Criterios de la Normativa ISO 45001-2018 .....	60
<b>Figura 10.</b> Criterios de la Normativa 11226 .....	61
<b>Figura 11.</b> Respuesta Pregunta 1.....	64
<b>Figura 12.</b> Respuesta Pregunta 2.....	64
<b>Figura 13.</b> Respuesta Pregunta 3.....	65
<b>Figura 14.</b> Respuesta Pregunta 4.....	65
<b>Figura 15.</b> Respuesta Pregunta 5.....	66
<b>Figura 16.</b> Respuesta Pregunta 6.....	66
<b>Figura 17.</b> Respuesta Pregunta 7.....	67
<b>Figura 18.</b> Respuesta Pregunta 8.....	67
<b>Figura 19.</b> Respuesta Pregunta 9.....	68
<b>Figura 20.</b> Respuesta Pregunta 10.....	68
<b>Figura 21.</b> Respuesta Pregunta 11.....	69
<b>Figura 22.</b> Respuesta Pregunta 12.....	69
<b>Figura 23.</b> Respuesta Pregunta 13.....	70
<b>Figura 24.</b> Respuesta Pregunta 14.....	70
<b>Figura 25.</b> Respuesta Pregunta 15.....	71
<b>Figura 26.</b> Respuesta Pregunta 16.....	71
<b>Figura 27.</b> Respuesta Pregunta 17.....	72
<b>Figura 28.</b> Respuesta Pregunta 18.....	72
<b>Figura 29.</b> Respuesta Pregunta 19.....	73
<b>Figura 30.</b> Respuesta Pregunta 20.....	73

<b>Figura 31.</b> Participantes con dolor (últimos 12 meses).....	75
<b>Figura 32.</b> Participantes con dolor (últimos 7 días).....	75
<b>Figura 33.</b> Información cargada en el sistema estadístico SPSS .....	78
<b>Figura 34.</b> Característica de la postura evaluada .....	85
<b>Figura 35.</b> Introducción de datos en Ergonautas.....	89
<b>Figura 36.</b> Resultado del grupo A.....	90
<b>Figura 37.</b> Resultado grupo B .....	90
<b>Figura 38.</b> Introducción de datos en Ergoniza 3.5 - Volqueta .....	91
<b>Figura 39.</b> Resultado del grupo A.....	91
<b>Figura 40.</b> Resultado grupo B.....	92
<b>Figura 41.</b> Introducción de datos en Ergoniza 3.5 - Recolector .....	92
<b>Figura 42.</b> Resultado del grupo A.....	93
<b>Figura 43.</b> Resultado del grupo B .....	93
<b>Figura 44.</b> Introducción de datos en Ergoniza 3.5 - Retroexcavadora.....	94
<b>Figura 45.</b> Resultado del grupo A.....	94
<b>Figura 46.</b> Resultado del grupo B .....	95
<b>Figura 47.</b> Introducción de datos en Ergoniza 3.5 - Motoniveladora .....	95
<b>Figura 48.</b> Resultado del grupo A.....	96
<b>Figura 49.</b> Resultado del grupo B .....	96
<b>Figura 50.</b> Frecuencia de Riesgo Vehículo Liviano .....	99
<b>Figura 51.</b> Frecuencia de Resultados Vehículo Liviano .....	99
<b>Figura 52.</b> Frecuencia de Riesgo Volqueta.....	101
<b>Figura 53.</b> Frecuencia de Resultados Volqueta .....	101
<b>Figura 54.</b> Frecuencia de Riesgo Recolector .....	103
<b>Figura 55.</b> Frecuencia de Resultados Recolector.....	103
<b>Figura 56.</b> Frecuencia de Riesgo Retroexcavadora .....	105
<b>Figura 57.</b> Frecuencia de Resultados Retroexcavadora.....	105
<b>Figura 58.</b> Frecuencia de Riesgo Motoniveladora.....	107
<b>Figura 59.</b> Frecuencia de Resultados Motoniveladora.....	107
<b>Figura 60.</b> Informe General Evaluación Rula.....	108
<b>Figura 61.</b> Comparación de los valores registrados.....	109

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A.</b> <i>Evaluación de carga postural (Método RULA)</i> .....	126
<b>Anexo B.</b> <i>Formato Cuestionario Nórdico (NMQ)</i> .....	127
<b>Anexo C.</b> <i>Respuestas Cuestionario Nórdico (NMQ)</i> .....	128
<b>Anexo D.</b> <i>Cuestionario adicional</i> .....	129
<b>Anexo E.</b> <i>Flota vehicular del Gad La Libertad</i> .....	130
<b>Anexo F.</b> <i>Impacto Ergonómico en la Conducción</i> .....	131
<b>Anexo G.</b> <i>Frecuencia de molestias</i> .....	132
<b>Anexo H.</b> <i>Observaciones Directas a conductores del GADMCLL – Garaje</i> .....	133
<b>Anexo I.</b> <i>Medición de ángulos principales</i> .....	135
<b>Anexo J.</b> <i>SOFTWARE ERGONIZA</i> .....	138
<b>Anexo K.</b> <i>SOFTWARE ERGOSOFT PRO.</i> .....	139
<b>Anexo L.</b> <i>Evaluación Ergonómica (Parte del Cuerpo)</i> .....	140
<b>Anexo M.</b> <i>Instrumento de recolección de datos</i> .....	141
<b>Anexo N.</b> <i>Validez del instrumento de recolección de datos</i> .....	142
<b>Anexo O.</b> <i>Validación de instrumento por Experto 1</i> .....	143
<b>Anexo P.</b> <i>Cronograma de Plan de trabajo</i> .....	144

## **LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS**

- GADMCLL:** Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón La Libertad
- IMU:** Unidad de Medición Inercial (Inertial Measurement Unit)
- ISO:** Organización Internacional de Normalización
- NMQ:** Cuestionario Nórdico de Síntomas Musculoesqueléticos
- OIT:** Organización Internacional del Trabajo
- REBA:** Evaluación Rápida del Cuerpo Completo (Rapid Entire Body Assessment)
- RULA:** Evaluación Rápida de Miembros Superiores (Rapid Upper Limb Assessment)
- S&SO:** Seguridad y Salud Ocupacional
- SPSS:** Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (Statistical Package for the Social Sciences)
- SST:** Seguridad y Salud en el Trabajo
- SUT:** Sistema Único del Trabajo
- TME:** Trastornos Musculoesqueléticos

“EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LA POSTURA LABORAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA RULA EN EL GARAJE MUNICIPAL DEL GAD, LA LIBERTAD, ECUADOR, 2024”

**Autor:** Vera Rodríguez Angel José

**Tutor:** Ing. Brunett Herrera Gerardo Antonio Msc. PhD

## RESUMEN

Este estudio implementa un enfoque ergonómico avanzado orientado a identificar los factores de riesgo postural en conductores de vehículos pesados y livianos del Garage Municipal del GADMCLL provincia de Santa Elena. Se empleó el método RULA y dos Software como son Ergonautas y Ergosoft Pro para evaluar los riesgos, además de los parámetros críticos de la postura. Los análisis cuantitativos revelaron que el brazo izquierdo presentó el mayor riesgo ergonómico, representando el 31.25% del total al operar volquetas y retroexcavadoras. El brazo derecho tuvo un riesgo medio, abarcando el 25% al utilizar vehículos livianos de igual manera que el cuello y tronco al operar recolectores, mientras que el antebrazo y muñeca representaron un riesgo medio del 18.75% al usar motoniveladoras, lo que enfatiza la necesidad de implementar intervenciones ergonómicas inmediatas y sostenibles. Estos resultados subrayan la relevancia de optimizar los elementos de diseño de los puestos de trabajo, tales como los ajustes en asientos y controles de conducción, además de instaurar programas de descansos activos y capacitación especializada en posturas seguras para la prevención de lesiones.

**Palabras Claves:** Ergonomía, Trastornos musculoesqueléticos (TME), Postura laboral, Método RULA, Capacitación, Prevención de lesiones.

“ERGONOMIC EVALUATION OF WORK POSTURE USING THE RULA METHODOLOGY  
IN THE MUNICIPAL GARAJE FROM GAD, LA LIBERTAD, ECUADOR, 2024”

**Author:** Vera Rodríguez Angel José

**Tutor:** Ing. Brunett Herrera Gerardo Antonio Msc. PhD

## **ABSTRACT**

This study implements an advanced ergonomic approach aimed at identifying postural risk factors in drivers of heavy and light vehicles of the Municipal Garage of the GADMCLL Province of Santa Elena. The RULA method and two software such as Ergonauts and Ergosoft Pro were used to evaluate the risks, in addition to the critical parameters of the posture. Quantitative analyses revealed that the left arm presented the greatest ergonomic risk, representing 31.25% of the total when operating dump trucks and backhoes. The right arm had a medium risk, covering 25% when using light vehicles in the same way as the neck and trunk when operating pickers, while the forearm and wrist represented a medium risk of 18.75% when using motor graders, which emphasizes the need to implement immediate and sustainable ergonomic interventions. These results underscore the importance of optimizing workplace design elements, such as seat adjustments and driving controls, as well as establishing active rest programs and specialized training in safe postures for injury prevention.

**Keywords:** Ergonomics, Musculoskeletal Disorders (MSDs), Work posture, RULA Method, Training, Injury prevention.

# INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la preocupación por la salud y seguridad de los trabajadores ha alcanzado un nivel sin igual, lo que ha llevado a la creación y utilización de herramientas ergonómicas para analizar riesgos en el entorno laboral. El método RULA ha sido reconocido como un referente en la identificación y prevención de lesiones musculoesqueléticas ocasionadas por posturas incorrectas y movimientos repetitivos. Su implementación en sectores como la manufactura, la salud y la agricultura evidencia una mayor conciencia sobre la importancia de proteger la integridad física de los trabajadores. Gómez-Galán et al., (2020) señalan que la combinación de RULA con otras herramientas ergonómicas, impulsada por los avances tecnológicos, ha generado un enfoque comprensivo que tiene en cuenta múltiples factores de riesgo, ayudando así a elevar constantemente los estándares de salud ocupacional a nivel mundial.

De acuerdo con Suhra et al., (2023), las situaciones laborales que requieren que los empleados mantengan posiciones no adecuadas por largos intervalos de tiempo pueden llevar a un rápido agotamiento, ocasionando molestias en algunas áreas del cuerpo e incluso incapacidad. En este sentido, también resalta que la aplicación adecuada de la ergonomía puede reducir el número de accidentes laborales, enfermedades o lesiones relacionadas con el trabajo, aumentar la productividad y mejorar el flujo de trabajo. De manera similar Cando et al. (2022) complementan esta afirmación al destacar que el desarrollo de sistemas de evaluación de riesgos ergonómicos ha permitido una mayor eficiencia en términos de tiempo y precisión en los puestos de trabajo, superando así las limitaciones de los métodos tradicionales.

En Latinoamérica se ha comenzado a aplicar sistemáticamente evaluaciones ergonómicas aun cuando todavía queda un largo recorrido para potenciar su implementación y efectividad. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), los TME afectan aproximadamente al 60% de la fuerza laboral global, con una creciente incidencia en sectores donde predominan las tareas repetitivas y las posturas forzadas. En sectores de alto riesgo, estudios han demostrado que la aplicación de la metodología RULA ha sido efectiva para identificar posturas peligrosas y fundamentar mejoras que previenen el desarrollo de TME, mejorando el bienestar y rendimiento laboral (Suarjana et al., 2023). Cujilán et al., (2022) sostienen que es importante tratar las condiciones ergonómicas en el lugar de trabajo para evitar riesgos, ajustar las tareas a las

capacidades del trabajador y fomentar su salud y bienestar, lo que a su vez beneficia la productividad de la empresa.

Según lo indicado por Eldar et al, (2020), es fundamental evaluar y mejorar las condiciones ergonómicas en el entorno laboral para maximizar el rendimiento y el bienestar de los empleados, lo que, a su vez, puede influir de manera positiva en la productividad y en la salud a largo plazo. Por su parte Martínez et al., (2024) mencionan que hacer una adecuada identificación de riesgos a través de este método ayudará a disminuirlos e incluso anularlos, y así establecer un camino hacia una solución ideal tanto para la empresa como para las personas involucradas.

En Ecuador, el contexto laboral muestra una alta incidencia de TME, especialmente en sectores de transporte, como reporta el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS, 2023), que se registraron 20,597 accidentes laborales, de los cuales un 50.6% sucedieron en el propio lugar de trabajo, mientras que el 31.9% ocurrieron durante el desplazamiento que atribuye el 45% de las enfermedades ocupacionales a este tipo de trastornos. Específicamente, el garage municipal del gobierno autónomo descentralizado del cantón La Libertad, en el sector de logística de vehículos, se encuentra ante importantes retos ergonómicos. Dicho departamento se encarga del mantenimiento y gestión de una flota de vehículos ligeros y pesados que proporciona servicios fundamentales a la comunidad y a diversas áreas del gobierno local, y sus empleados se enfrentan a riesgos ergonómicos ocasionados por mantener posturas prolongadas y el uso frecuente de herramientas (Herrera et al, 2020).

Se utilizó la metodología RULA para realizar esta investigación, famosa por su eficacia en la evaluación minuciosa de las posturas laborales y los riesgos ergonómicos vinculados. Se adoptó un enfoque descriptivo y cuantitativo, realizando observaciones directas a los conductores en sus tareas, además de aplicar encuestas y reunir datos mediante herramientas ergonómicas sofisticadas; la implementación de estas medidas correctivas ergonómicas optimiza las posturas de trabajo y, por lo tanto, la salud y la productividad de los empleados (Iqbal et al., 2023)

La información obtenida se procesó con software especializado para proporcionar un análisis detallado de las posturas y los niveles de riesgo. Las principales limitaciones enfrentadas incluyeron la dificultad de registrar las posturas en condiciones reales de trabajo y la disponibilidad

limitada de algunos conductores durante el estudio. Diversos estudios destacan que la aplicación de evaluaciones ergonómicas como RULA en sectores similares ha contribuido a reducir hasta un 30% la prevalencia de TME y ha aumentado la satisfacción laboral y la eficiencia. En el garage municipal de La Libertad, esta metodología permite optimizar las condiciones de trabajo mediante intervenciones puntuales, fortaleciendo la SST y asegurando un entorno laboral seguro que respalda tanto el bienestar físico de los empleados como la eficiencia en el servicio comunitario brindado (Gómez-Galán et al., 2020).

### **Planteamiento del problema**

La ergonomía laboral se define como el estudio y diseño de las condiciones de trabajo con el fin de mejorar la seguridad, el bienestar y la eficiencia de los empleados, adecuando las tareas a sus capacidades y limitaciones físicas y psicológicas. A nivel mundial, el trabajo presenta importantes riesgos para la salud, ya que los trabajadores deben adoptar posturas estáticas y prolongadas, lo que puede causar fatiga y problemas musculoesqueléticos. Un estudio llevado a cabo en una empresa de telecomunicaciones en Indonesia reveló que los empleados sufrían varias quejas musculoesqueléticas, entre las que se incluyen dolor en el cuello, en los brazos superiores, en la espalda, en la cintura, así como en las muñecas y los dedos, todo ello resultado de mantener posturas incómodas y prolongadas durante su jornada de trabajo (Widiyawati et al., 2020).

En Argentina, las posturas incorrectas al realizar actividades, como la inclinación de la espalda y la extensión o flexión de los brazos, constituyen un riesgo significativo para la aparición de trastornos musculoesqueléticos. Una investigación llevada a cabo por Marin-Vargas, (2022) mostró que el 73,9% del personal manifestó descontento con las condiciones ergonómicas del mobiliario, evidenciando la inadecuación de los entornos laborales. Las lesiones osteomusculares, particularmente en el cuello, los hombros y la zona lumbar, han sido identificadas como consecuencia del esfuerzo excesivo en la atención a pacientes y de una inadecuada distribución del mobiliario.

En Ecuador, el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) informó en 2023 que el 45% de las enfermedades laborales están asociadas a TME, señalando la necesidad urgente de implementar medidas preventivas en los sectores más riesgosos, como transporte y mantenimiento. A nivel local, particularmente en el Garage Municipal, la situación es aún más crítica debido a las

tareas repetitivas y prolongadas que llevan a cabo los trabajadores al manejar vehículos pesados y livianos. Estas tareas exponen a los empleados a posturas incómodas y riesgos ergonómicos, lo cual incrementa las probabilidades de TME y repercute en la salud física de los trabajadores y la eficiencia operativa de la institución (Gómez-Galán et al., 2020).

Los factores que provocan esta situación son la ausencia de normativas internacionales obligatorias en ergonomía, lo que permite a numerosas empresas funcionar sin ajustar debidamente las condiciones laborales a las capacidades de sus trabajadores. La escasa infraestructura y los recursos en ergonomía, sumado a la carencia de concienciación, empeoran la situación. Aparte de las pocas normativas ergonómicas que se aplican, las empresas de industrias como el transporte y mantenimiento suelen tener recursos limitados para llevar a cabo evaluaciones ergonómicas. En el garage municipal de La Libertad, las largas jornadas laborales y la ausencia de pausas activas apropiadas ocasionan que los empleados asuman posturas incorrectas, producto de la repetición continua de las tareas operativas y la carga física que estas implican.

Para prevenir el empeoramiento de la situación, es fundamental llevar a cabo una serie de acciones preventivas y correctivas fundamentadas en la metodología RULA y en normativas como la ISO 45001:2018 y la ISO 11226. Estas acciones incluirían una evaluación ergonómica inicial de las posturas laborales, la capacitación continua del personal en posturas correctas, la implementación de pausas activas, la revisión y ajuste de los puestos de trabajo para facilitar posturas ergonómicas, y el monitoreo regular de las condiciones laborales.

### **Formulación del problema de investigación**

¿Cómo la evaluación ergonómica y la metodología Rula mejorará la postura laboral en el garage municipal del GAD, La Libertad, Ecuador, 2024?

### **Alcance de la investigación**

El objetivo de este estudio es examinar los riesgos ergonómicos ligados a la posición laboral de los trabajadores del garage municipal de La Libertad, Ecuador, en el año 2024. A través de la metodología RULA, se pretende reconocer y examinar las posturas que los empleados adoptan en su trabajo diario, con el objetivo de establecer el grado de riesgo ergonómico al que

están sujetos y sugerir acciones correctivas para optimizar su bienestar laboral (Barbosa et al., 2023)

La metodología RULA es altamente apreciada por su efectividad en la evaluación de las posturas laborales y los riesgos de trastornos musculoesqueléticos asociados. Este enfoque permite un análisis detallado de los movimientos y posturas de las extremidades superiores, el cuello, el tronco y las piernas, otorgando una puntuación que refleja el grado de riesgo y la urgencia de intervención (Cujilán et al., 2022). Aplicar esta metodología es crucial debido a la naturaleza repetitiva y forzada de las actividades realizadas, como la manipulación de herramientas y el manejo de vehículos.

Los resultados obtenidos a través de la aplicación de RULA permitirán identificar las posturas más críticas y de mayor riesgo para los trabajadores. Es esencial para establecer mejoras ergonómicas que disminuyan la aparición de lesiones musculoesqueléticas, tal como se ha demostrado en investigaciones previas en distintos sectores industriales (Martínez et al., 2024). De igual manera, reconocer estos riesgos contribuirá a establecer acciones preventivas y correctivas que beneficiarán no solo la salud de los trabajadores, sino que también potenciarán la productividad y reducirán el ausentismo laboral (Barbosa et al., 2023).

### **Justificación de la investigación**

La relevancia de analizar la postura ergonómica en el entorno laboral no puede ser subestimada. En Ecuador, el Garage Municipal de La Libertad representa un área crucial con un número significativo de empleados que se enfrentan a riesgos físicos y ergonómicos que podrían impactar su salud y seguridad. Estos riesgos pueden dar lugar a trastornos musculoesqueléticos y también influir en la fatiga del trabajador, lo que a su vez afecta la productividad.

La selección de la metodología RULA para este análisis no es casual. Este método ha demostrado ser eficaz para identificar posturas de trabajo que suponen un riesgo significativo para la salud de los trabajadores (Tapia et al. 2021). La aplicación de esta metodología permitirá identificar posturas críticas y diseñar intervenciones específicas para reducir los riesgos de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (TMSD).

Igualmente, la implementación de evaluaciones ergonómicas no solo beneficia a los empleados al reducir la incidencia de lesiones laborales, sino que también tiene un impacto positivo en la organización, al mejorar la moral y la motivación de los trabajadores, lo que a su vez se traduce en un mejor desempeño en general (Cando et al., 2022). Como indica la Organización Internacional del Trabajo (OIT), "un entorno laboral seguro y saludable es fundamental para el bienestar de los empleados y la eficacia de las empresas" (OIT, 2019).

Este estudio aplicará la metodología RULA para evaluar la postura laboral, lo que implica la observación y el registro de las posiciones que adoptan los trabajadores en sus tareas diarias. Por lo tanto, esta investigación es relevante y crucial para garantizar un ambiente de trabajo más seguro y saludable, al mismo tiempo que mejora las operaciones. La investigación propuesta tiene como objetivo contribuir a la mejora de la salud y la seguridad de los trabajadores mediante la evaluación de la postura ergonómica de trabajo de los trabajadores y proporcionar recomendaciones para la mejora. Este estudio podría contribuir a disminuir el riesgo de lesiones y enfermedades laborales, lo que a su vez mejora el bienestar y la calidad de vida de los empleados.

### **Objetivo general**

Evaluar la ergonomía de la postura laboral utilizando la metodología RULA en el Garage Municipal del GAD, La Libertad, Ecuador, 2024.

### **Objetivos específicos**

Realizar una revisión sistemática de literatura, aplicando el protocolo PRISMA para identificar fundamentos teóricos y estudios relevantes sobre posturas laborales y riesgos ergonómicos, con el propósito de construir un marco teórico sólido que sustente el análisis ergonómico.

Recopilar datos ergonómicos mediante la aplicación de la metodología RULA, el Cuestionario Nórdico y la observación directa, utilizando una muestra representativa calculada estadísticamente, con el fin de identificar y clasificar los factores de riesgo asociados a las posturas laborales.

Analizar los datos obtenidos con las herramientas tecnológicas Ergonautas y Ergosoft Pro, interpretando los resultados de la metodología RULA para proponer estrategias correctivas y preventivas que mejoren las condiciones laborales de los conductores.

Este proyecto de investigación se divide en tres capítulos para facilitar una investigación sistemática y organizada.

**Capítulo I:** Introduce el proyecto de investigación y sus objetivos. Examina la literatura pertinente y subraya la relevancia de la investigación. Formula las preguntas de investigación, las hipótesis y el alcance. Define una orientación precisa para la investigación.

**Capítulo II:** Explica el diseño y las metodologías de investigación empleadas. Detalla los procedimientos de recolección de datos y las técnicas utilizadas. Analiza la estrategia de muestreo y el enfoque para el análisis de datos.

**Capítulo III:** Expone los resultados del estudio, abarcando hallazgos y datos. Discute las implicaciones de los hallazgos y su significado. Extrae conclusiones y hace recomendaciones basadas en los resultados.

**Hipótesis:** H0: La implementación de la metodología RULA en el garage municipal de La Libertad no tiene un efecto significativo en la mejora de la ergonomía de la postura laboral de los trabajadores. H1: La implementación de la metodología RULA en el garage municipal de La Libertad tiene un efecto significativo en la mejora de la ergonomía de la postura laboral de los trabajadores.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes investigativos

El estudio de Simon et al. (2024) en Alemania, se centró en evaluar la relación entre la postura corporal superior, las puntuaciones de la Evaluación Rápida de Miembros Superiores (RULA) y el malestar musculoesquelético en trabajadores de oficina y producción. La metodología incluyó un estudio de campo que incluyó a 64 sujetos (44 hombres, 20 mujeres) de una empresa industrial. Los resultados indicaron que el nivel de esfuerzo físico percibido varió desde sin molestia (mediana 3.09; rango intercuartílico (IQR) 1.82) hasta molestia leve (mediana 4; IQR: 2), moderada (mediana 4.64; IQR 1.89) y severa (mediana 5.45; IQR 1.56). El esfuerzo físico mostró una significancia estadística de acuerdo con el análisis de varianza de Welch ( $F(3, 17.18) = 3.427$ ,  $p = 0.041$ ,  $\eta^2 = 0.64$ ), aunque el análisis post hoc de Tukey-Kramer no encontró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) en el esfuerzo físico. Las conclusiones indican que tecnologías como los sensores IMU pueden aumentar la exactitud de las evaluaciones ergonómicas y que es necesario realizar más investigaciones sobre métodos de medición preventivos y evaluaciones dinámicas para tratar las causas del malestar musculoesquelético.

A nivel internacional (Montoya-Torres et al., 2020), un estudio realizado en Colombia tuvo como objetivo evaluar las condiciones que generan fatiga ocupacional en los conductores de la Cooperativa de Transportadores Cootransplanadas, en el municipio de Planadas, sur del departamento de Tolima. Este trabajo buscó diseñar mecanismos de prevención para evitar posibles accidentes y enfermedades ocupacionales. La metodología incluyó la participación del 100% de los 144 conductores de la cooperativa, quienes realizan transporte colectivo de pasajeros en rutas urbanas e intermunicipales. Se utilizaron herramientas como el Cuestionario de Fatiga de Yoshitake, la Nota Técnica de Prevención NTP 177 para evaluar la carga física y el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) para analizar la carga postural. Los resultados mostraron que el 61,4% de los conductores presenta fatiga física, el 32,7% fatiga mixta (física y mental) y el 5,9% fatiga mental. Las conclusiones destacan que la fatiga física constituye un riesgo laboral significativo en esta población, con repercusiones potenciales para su salud y seguridad laboral a corto, mediano y largo plazo. Además, se subraya la importancia de incluir la evaluación de las

posturas de trabajo y condiciones laborales para prevenir incidentes y mejorar la calidad de vida de los conductores.

A nivel nacional a (Lituma et al., 2024), llevaron a cabo un estudio en Ecuador con el objetivo de identificar los riesgos intralaborales, extralaborales e individuales que enfrentan los conductores del Sindicato de Choferes Profesionales de Gualaceo y analizar las consecuencias psicofísicas asociadas. Para este análisis, se utilizó el método RULA con el propósito de evaluar y ampliar el estudio de los riesgos ergonómicos relacionados con las posturas de trabajo de los conductores. La investigación, de tipo cuantitativo, no experimental y transversal, tomó como población de estudio a los 475 conductores activos del sindicato, seleccionando una muestra representativa de 40 conductores. Entre los principales resultados, se encontró que el 57% de los encuestados consideraba que sus puestos de trabajo no eran adecuados, lo que evidenció la existencia de condiciones ergonómicas deficientes. Asimismo, el 75% de los conductores reportó no realizar pausas activas durante su jornada laboral. Las conclusiones destacaron una alta prevalencia de molestias musculoesqueléticas en las regiones cervical y lumbar, subrayando el impacto de los riesgos psicosociales en la salud de los conductores y la necesidad de implementar programas de prevención y capacitación integral.

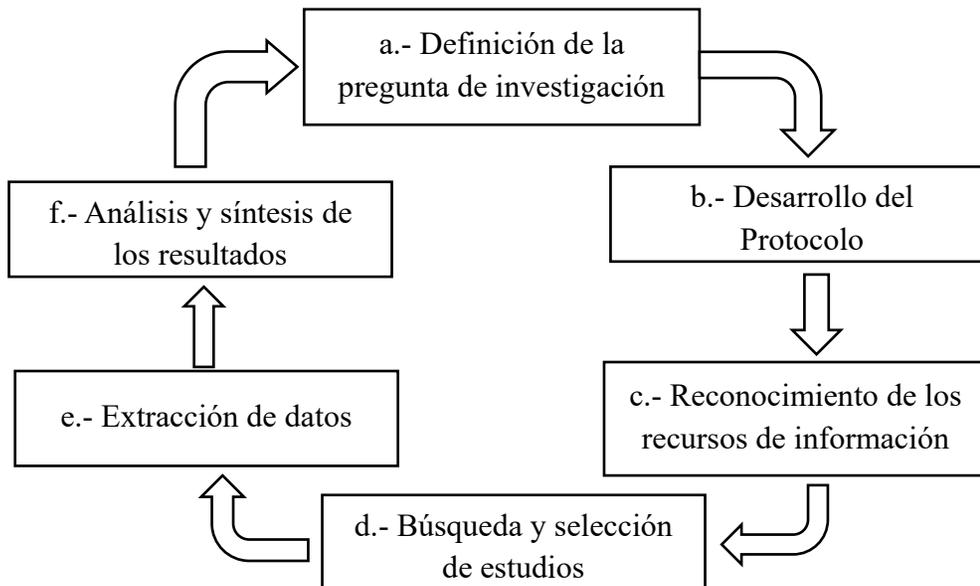
## **1.2.Estado del arte**

El estado del arte se enfoca en entender y registrar las metodologías y herramientas empleadas para detectar y reducir los riesgos vinculados con las posturas laborales. La evaluación se llevó a cabo de acuerdo con las pautas del protocolo PRISMA, (Danylak et al., 2024) fundamentaron a través del bienestar institucional de la revisión, la elección de la Declaración PRISMA-P como una guía para la elaboración de la revisión porque se la considera un estándar internacional que tiene por objetivo aumentar la transparencia y la calidad en la elaboración de protocolos en revisiones, garantizando así una revisión metódica y completa de las fuentes pertinentes publicadas desde el año 2020 en adelante. Este enfoque permite una comprensión detallada del contexto actual y de las mejores prácticas en la evaluación ergonómica.

En la Figura 1, a partir de la información disponible y considerando las directrices de PRISMA-ScR, podemos inferir los siguientes pasos:

**Figura 1.**

*Pasos de revisión de alcance*



*Nota.* Elaborado por el autor

Ahora examinemos cómo se ha llevado a cabo los pasos:

### **a.-Definición de la pregunta de investigación**

¿Qué posturas laborales son más comunes en las tareas realizadas en el Garage Municipal de La Libertad?

¿Qué indicadores específicos del método RULA se utilizarán para valorar el riesgo ergonómico en el Garage Municipal?

¿De qué manera se determinarán las estrategias correctivas y preventivas en función del nivel de riesgo detectado?

### **b.-Desarrollo del protocolo**

El siguiente paso consistió en crear un protocolo de búsqueda que garantizará la exhaustividad y la rigurosa selección de la literatura. Este procedimiento comprendió el reconocimiento de términos clave, los criterios de inclusión y exclusión, además de las bases de datos y las referencias bibliográficas a buscar. Se emplearon los términos siguientes: *ergonomía*, *RULA*, *trastornos musculoesqueléticos*, *evaluación postural*, *salud laboral*, *taller de automóviles* y *posturas de trabajo*. Estos principios se implementaron en bases de datos reconocidas como PubMed, ScienceDirect, Scopus y Google Scholar, que incluyen un extenso conjunto de

investigaciones evaluadas por colegas y literatura enfocada en ergonomía y salud en el trabajo. Adicionalmente, se establecieron criterios de inclusión como: estudios divulgados entre 2020 y 2024, investigaciones que apliquen RULA en contextos industriales o de talleres mecánicos, y publicaciones en inglés y español. Los criterios de exclusión incluyeron estudios que no mostraran resultados cuantificables o que no utilizaran RULA en circunstancias laborales similares al estudio propuesto.

### **c. Reconocimiento de los recursos de información**

Un aspecto fundamental fue reconocer las fuentes de información para garantizar la validez y relevancia de los estudios seleccionados. Se dio preferencia a la bibliografía científica registrada en bases de datos globales, así como a tesis doctorales y proyectos de investigación relacionados con la ergonomía en el sector automotriz y en talleres de reparación de vehículos. También se consideraron estudios provenientes de revistas especializadas en salud ocupacional, como *Ergonomics*, *Journal of Occupational Health* y *Applied Ergonomics*, entre otras.

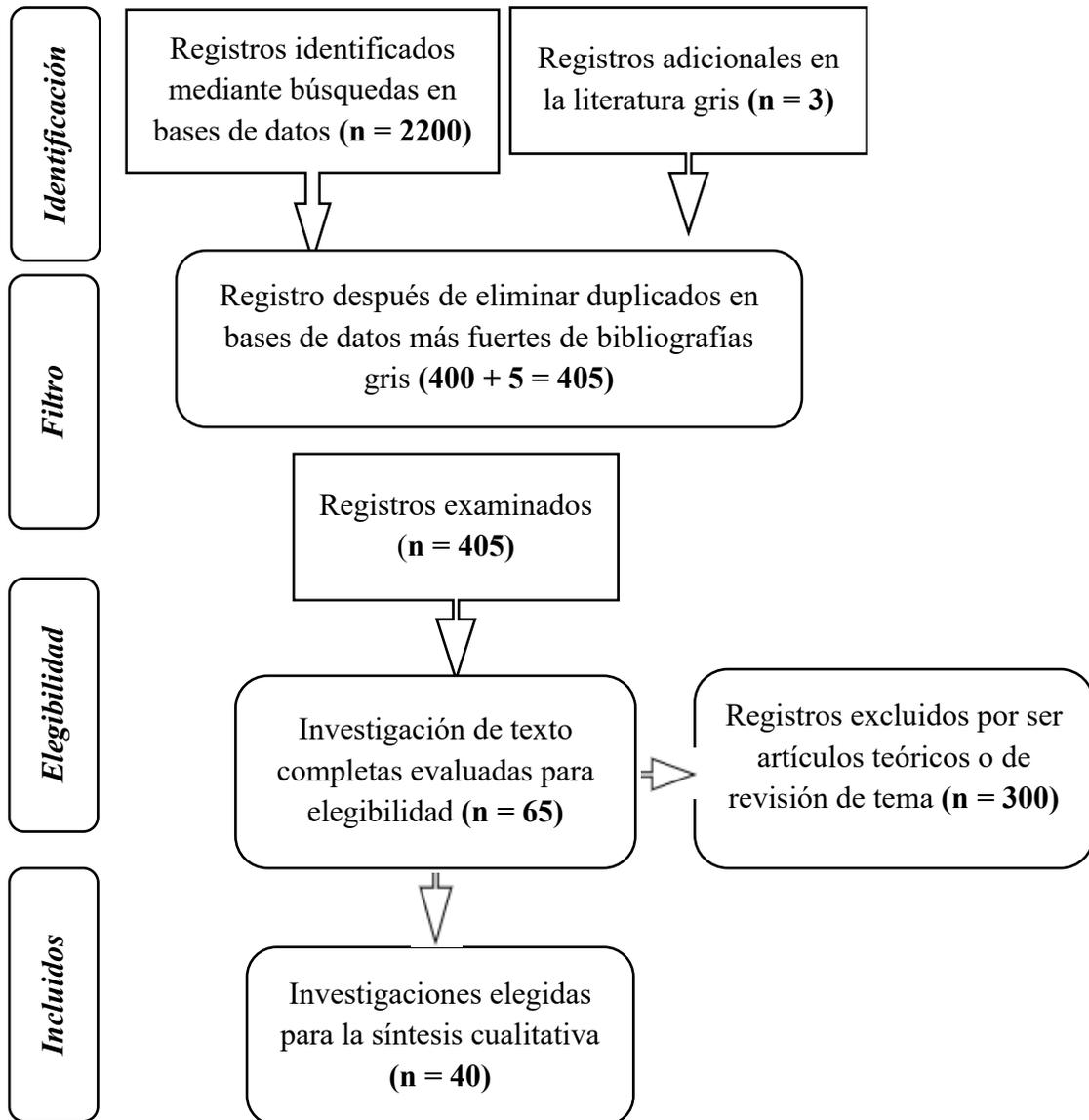
### **d. Búsqueda y selección de estudios**

Durante la etapa de búsqueda y selección, se realizaron múltiples iteraciones utilizando las palabras claves ya citadas. Se evaluaron cerca de 355 estudios, de los cuales 30 satisfacían los criterios de inclusión determinados en el protocolo. La selección de los estudios se basó en su pertinencia para la evaluación de posturas en ambientes laborales que presentan características similares al Garage Municipal de La Libertad, como talleres de reparación automotriz, fábricas y otros lugares industriales donde los trabajadores enfrentan riesgos ergonómicos.

La Figura 2 ilustra el proceso metodológico utilizado para la selección de estudios, el cual se organiza en cuatro etapas. En primer lugar, durante la fase de identificación, se realizan búsquedas de registros en bases de datos y literatura no publicada, ampliando así el alcance de la información disponible. Posteriormente, en la fase de elegibilidad, se analizan los estudios completos para verificar que satisfacen los criterios de calidad y pertinencia. Luego, en la fase de filtrado, se descartan los estudios que no han sido revisados o que son irrelevantes, perfeccionando así el conjunto de datos. Finalmente, en la fase de selección, se eligen los estudios más adecuados para su inclusión en el análisis, alineados con las variables y objetivos del estudio.

**Figura 2.**

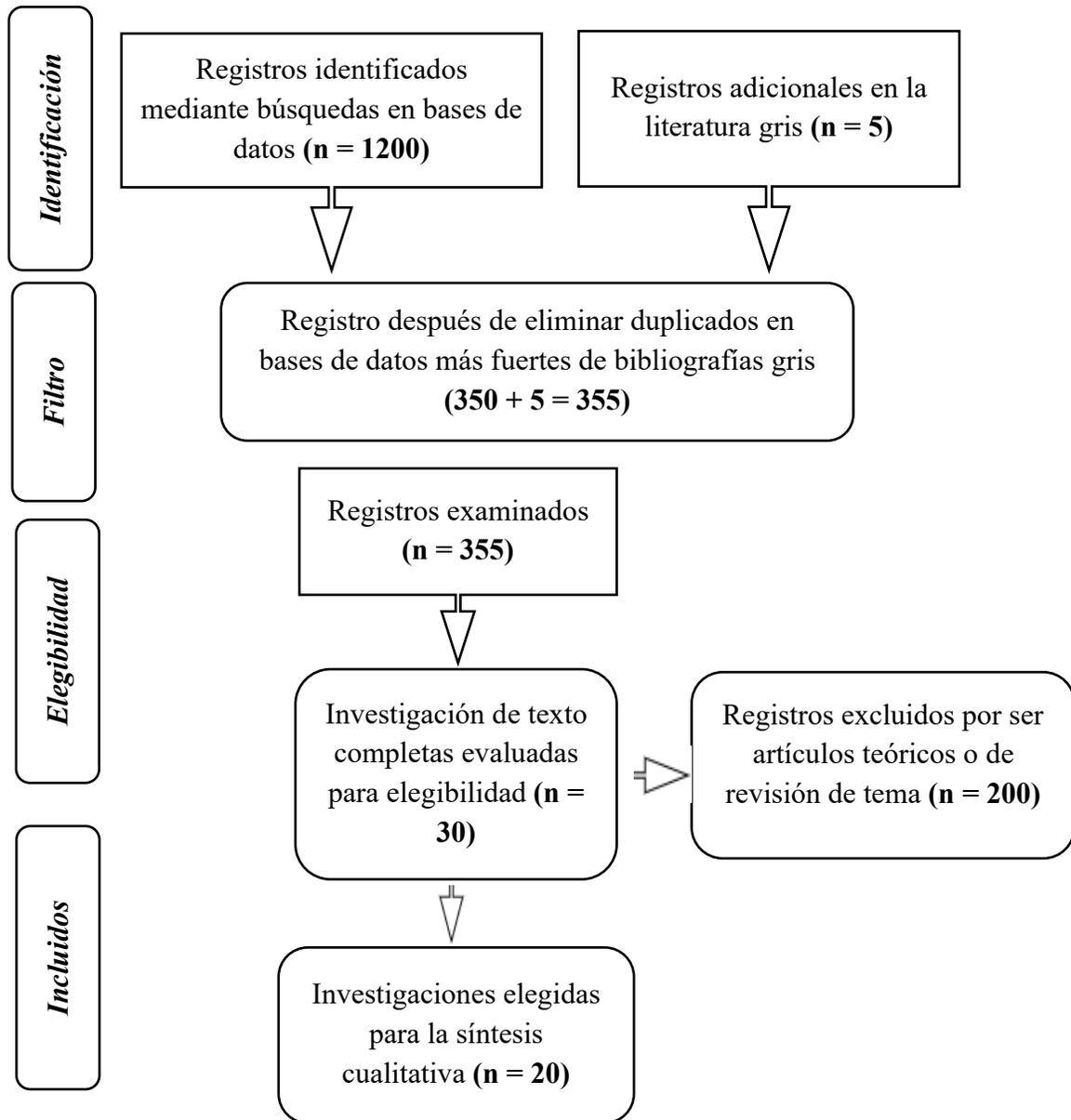
*Esquema del proceso de identificación y selección de artículos científicos*



En la Figura 3, este enfoque ofrece una metodología clara y organizada que garantiza tanto la transparencia como la exhaustividad en la revisión de la literatura y en la presentación de los resultados. A continuación, describimos cómo se lleva a cabo el esquema del proceso de identificación y selección de artículos científicos, siguiendo las directrices del PRISMA-ScR, aplicadas al caso de estudio. Este enfoque permite estructurar cada fase del proceso, asegurando un análisis riguroso y basado en evidencia científica.

**Figura 3.**

*Esquema del proceso de identificación y selección de artículos científicos*



Una vez obtenidos los estudios, se realizó una revisión crítica basada en su metodología, la población objetivo, las herramientas utilizadas para la evaluación ergonómica (específicamente RULA) y los resultados obtenidos en cuanto a la mejora de las condiciones laborales. Este paso fue clave para asegurar que la literatura seleccionada proporcionará evidencia concreta acerca de la eficacia de las intervenciones ergonómicas.

### e. Extracción de datos

Con base en los estudios elegidos, se llevó a cabo la obtención de datos cuantitativos y cualitativos significativos para el análisis. Se realizó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas que resultó en la identificación de 1.200 registros. Adicionalmente, se encontraron 5 registros en la literatura gris. Luego de la eliminación de duplicados, se seleccionaron un total de 355 estudios para su revisión inicial. Con base en este número, se llevó a cabo un examen minucioso de los registros, en el que se analizaron los títulos y resúmenes para verificar su pertinencia con los criterios de selección establecidos.

Tras esta fase de filtro, 30 artículos pasaron a una evaluación más profunda, en la que se llevó a cabo una revisión completa de su contenido, enfocándose en aspectos como el diseño de la investigación, la metodología empleada y los resultados obtenidos. Al final, se escogieron 30 estudios para incorporarlos en la síntesis cualitativa, mientras que 200 registros fueron descartados por ser artículos teóricos o revisiones de temas que no satisfacían los criterios de inclusión previamente establecidos.

La búsqueda bibliográfica inicial arrojó un total de 1.200 publicaciones obtenidas de las bases de datos PubMed, ScienceDirect, Scopus y Google Scholar. Con el fin de garantizar un proceso eficaz de selección y filtrado de los artículos, se utilizó Mendeley como herramienta para organizar las referencias y citas de forma sistemática. Además, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión específicos, los cuales están detallados en la Tabla 1.

**Tabla 1.**

Criterios de inclusión y exclusión

<b>Criterios de Inclusión</b>	<b>Criterios de Exclusión</b>
Se autorizarán estudios y publicaciones académicas.	A menos que se enfoquen en la metodología RULA, no se tomarán en cuenta libros, tesis y diálogos.
Las noticias deben cubrir el periodo reciente de 3 a 5 años (2020-2024).	No se considerarán investigaciones llevadas a cabo antes de 2020.
Solo se admitirán escritos en inglés o español.	Se eliminarán las publicaciones en otros idiomas.

Las publicaciones necesitan resaltar las estrategias técnicas de prevención y los estudios ergonómicos.

Se descartarán las investigaciones que no posean un vínculo directo con la ergonomía o con la metodología RULA.

Solo se seleccionarán publicaciones de acceso libre.

Las publicaciones que posean un acceso restringido o limitado no serán tomadas en cuenta.

---

*Nota.* Elaborado por el Autor

Después de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 30 publicaciones finales, en la Tabla 2 se aprecia como esta segmentada la base de datos con su número de artículos. Para garantizar la validez de la selección, se utilizó el gestor bibliográfico Mendeley para identificar y eliminar los artículos duplicados.

**Tabla 2.**

*Base de datos*

<b>Base de Datos</b>	<b>Número de Artículos</b>
ScienceDirect	13
Scopus	9
Dimensions	7
Google Scholar	1
<b>Total</b>	<b>30</b>

---

*Nota.* Elaborado por el autor

La matriz exhaustiva de 30 artículos finales, que cumplen con los criterios previamente establecidos, se ubica en la Tabla 3. Estos estudios se centran en las variables de investigación "Implementación de la Metodología RULA" y "Ergonomía de la Postura Laboral". Sin embargo, no se especifican claramente las metodologías y herramientas más utilizadas en los diversos casos de estudio. El enfoque principal de esta evaluación se orienta hacia la valoración ergonómica, empleando la metodología RULA como herramienta clave para el análisis.

**Tabla 3.***Artículos para la Revisión de alcance*

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A1</b>	(Martínez et al., 2024)	Cuantitativo	Realizar un análisis ergonómico en una estación de subensamble de inyectores en una empresa manufacturera del sector automotriz.	Metodología RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	Los resultados del estudio permitieron identificar tres posturas principales que comprometen la seguridad e integridad física de los trabajadores debido al alto nivel de riesgo.
<b>A2</b>	(Simon et al., 2024)	Cuantitativo	Evaluar la relación entre la postura del cuerpo superior, las puntuaciones de la Evaluación Rápida de Miembros Superiores (RULA) y la molestia musculoesquelética en trabajadores de producción y de oficina.	Cuestionario de Molestia Musculoesquelética de Cornell (CMDQ) /Análisis de postura 3D estereofotogrametría. Captura de movimiento basada en unidades de medición inercial (IMU)	Los resultados no respaldaron la hipótesis de que el riesgo postural se correlaciona con la postura del cuerpo superior y la molestia musculoesquelética. Sin embargo, la inclinación pélvica tuvo una leve influencia en la puntuación RULA.
<b>A3</b>	(Iqbal et al., 2023)	Cuantitativo	Evaluar los riesgos de trastornos musculoesqueléticos (TME) asociados a las posturas de trabajo en diferentes procesos de fabricación de ladrillos.	RULA y REBA	Las principales afecciones fueron dolor en la espalda baja, manos y hombros.

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A4</b>	(Humadi et al., 2021)	Cuantitativo	Evaluar la precisión y repetibilidad del sistema IMU utilizando ángulos de Cardan 3D y ángulos de proyección 2D en comparación con un sistema de captura de movimiento de referencia para la evaluación del riesgo ergonómico RULA.	Se recopilaban datos cinemáticos con un sistema de captura de movimiento y un IMU, evaluando precisión (error cuadrático medio) y repetibilidad (correlación intraclase) del IMU. /Observación	La convención 2D tuvo un error cuadrático medio menor para tronco y cuello, con "acuerdo sustancial" en dos tareas y "moderado" en una; la 3D mostró solo "acuerdo moderado". El sistema IMU con 2D presentó alta repetibilidad (correlación intraclase de 0.87 a 0.95).
<b>A5</b>	(Barbosa et al., 2023)	Cuantitativo	Evaluar los riesgos ergonómicos de manera sistemática y numérica.	Método REBA/observación y análisis	El estudio con el método REBA señala el nivel de riesgo y la urgencia de intervención para mitigar riesgos ergonómicos. Esta evaluación mejorará las condiciones de trabajo en altura, aumentando la seguridad y salud de los trabajadores.

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A6</b>	(Nowara et al., 2023)	Cuantitativo	Identificar diferencias sistemáticas entre los dos métodos (RULA-PP) y (RULA-IMU) en la evaluación de los factores de riesgo ergonómico en la profesión dental	Medición de posturas de trabajo/Análisis estadísticos como la prueba de Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors y el cálculo del coeficiente kappa de Cohen/observación y análisis	Los resultados muestran que RULA-IMU asigna puntajes de riesgo más altos que RULA-PP, con una diferencia mediana de 1 punto y un acuerdo de nulo a bajo. Los autores sugieren que, aunque se pueden comparar ambos métodos en estudios futuros, se debe tener en cuenta la diferencia sistemática.
<b>A7</b>	(Herrera et al.,2020)	Cuantitativo	Evaluar la postura y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en las extremidades superiores de estudiantes de Ingeniería Mecánica	Métodos de evaluación ergonómica REBA, RULA y OCRA Checklist.	El 100% de los participantes fueron consistentemente zurdos, según las pruebas de Harris y Edimburgo. Se identificó un alto riesgo de lesiones musculoesqueléticas en operarios zurdos al usar el taladro de pedestal, el cual aumentaba con el grado de lateralidad, sin que la edad ni la experiencia influyeran en el riesgo.

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A8</b>	(Gómez-Galán et al., 2020)	Cuantitativo	Revelar las aplicaciones del método RULA en términos de conocimiento, país, año y categorías de revistas.	Realizar una búsqueda en la base de datos Web of Science Core Collection,	El método RULA se ha utilizado principalmente en los sectores de "Manufactura" y "Actividades de salud humana y trabajo social", pero se ha encontrado que no es un método específico de un sector.
<b>A9</b>	(Suarjana et al., 2023)	Cuantitativo	Evaluar la postura de trabajo de los trabajadores del proceso de tostado de frijoles utilizando el método Rapid Upper Limb Assessment (RULA).	Aplicación del método RULA, que es una herramienta rápida de evaluación de trastornos en la postura superior	Una proporción significativa de los trabajadores se encontraban en posiciones inseguras, con un 25% en la categoría de bajo riesgo, un 38% en la categoría de riesgo medio y un 50% en la categoría de alto riesgo.
<b>A10</b>	(Suhra et al., 2023)	Cuantitativo	Evaluar la postura de trabajo de los operadores de producción en la empresa, con el fin de identificar riesgos ergonómicos y proponer mejoras. 4	Observación directa y entrevistas para recopilar los datos/métodos REBA y RULA.	Posturas de trabajo presentaban altos puntajes en las evaluaciones REBA y RULA, lo que indica la necesidad de implementar acciones correctivas inmediatas

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A11</b>	(Arriola et al., 2023)	Cualitativo	Informar a los empleadores sobre las herramientas utilizadas para evaluaciones ergonómicas en el contexto del teletrabajo.	REBA, RULA, ROSA, Kuorinka Nórdico, E-LEST y encuestas en línea	Las principales herramientas de evaluación ergonómica utilizadas en el contexto del teletrabajo son REBA, RULA, ROSA, Kuorinka Nórdico, E-LEST y encuestas en línea
<b>A12</b>	(Padilla et al., 2020)	Mixto	Analizar las relaciones existentes entre las tareas de impacto negativo y las variables ergonómicas asociadas a la manipulación de cargas, a través del uso de las herramientas de evaluación REBA y RULA	Métodos RULA y REBA	Los resultados del estudio evidenciaron actividades de alto riesgo como el levantar y posicionar la cuña, trasladar la tubería de perforación, soltar o ajustar las llaves de potencia y ajustar los brazos de los elevadores
<b>A13</b>	(Gorde et al., 2020)	Cuantitativo	Realizar una evaluación ergonómica de los operadores de rickshaw de bicicleta en la India	Se aplicaron las herramientas RULA y REBA	Los resultados indican que tanto la postura de pie como la postura sentada presentan riesgos ergonómicos significativos, siendo la postura de pie la que obtuvo puntuaciones más altas en las escalas RULA y REBA

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A14</b>	(Marin-Vargas, 2022)	Cuantitativo	Describir la ocurrencia de lesiones osteomusculares y de ausentismo-enfermedad	Se utilizó el Cuestionario Nórdico Estandarizado (SNQ)	La mayoría de los participantes, principalmente mujeres de 35.9 años en promedio, presentaron lesiones en la espalda, cuello y hombros, relacionadas con malas posturas y mobiliario inadecuado. Los riesgos ergonómicos impactan negativamente en la salud física y mental del personal de enfermería.
<b>A15</b>	(Cantor et al., 2023).	Mixto	Desarrollar y evaluar un diseño de colmena instrumentada que permita a los apicultores monitorear las condiciones internas de producción de miel y alimentación de las abejas sin tener que manipular directamente la colmena.	Método de Evaluación Rápida de Todo el Cuerpo (REBA)/ Entrevistas y Encuestas	Los principales resultados obtenidos en el estudio fueron: 3 el diseño modular hexagonal propuesto evita la necesidad de levantar secciones de la colmena para la inspección, mantiene una temperatura interna promedio de 35°C por períodos más prolongados

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A16</b>	(Kee, 2022)	Cualitativo	Comparar sistemáticamente tres métodos de observación representativos para evaluar las cargas musculoesqueléticas y su asociación con los trastornos musculoesqueléticos (TME).	OWA, RULA y REBA	El método RULA podría ser más efectivo para predecir la asociación con trastornos musculoesqueléticos.
<b>A17</b>	(Cando et al., 2022)	Mixto	Integración de un sistema de evaluación de la postura en tiempo real en un entorno de trabajo para un gran número de trabajadores.	Análisis mediante visión artificial.	La aplicación basada en visión artificial logró una mayor eficiencia en términos de tiempo y precisión en la evaluación, obteniendo resultados más confiables.
<b>A18</b>	(Cujilán et al., 2022)	Cualitativo	Proporcionar una visión general de la ergonomía y los métodos utilizados para evaluar la carga postural, como RULA, REBA, OWAS y la Evaluación Postural Rápida (EPR)	Método OWAS 7 Método REBA 9 Método RULA Método de Evaluación de Posturas Rápidas (EPR)	El estudio revisa las definiciones, características y metodologías de estos diferentes métodos de evaluación de la carga postural

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A19</b>	(Espinosa et al, 2023)	Mixto	Identificar la carga postural de los despachadores y la falta de un área de descanso temporal	Lista de Comprobación Ergonómica (LCE) Evaluación Postural Rápida (EPR) Método RULA	Mostraron la necesidad de implementar intervenciones de diseño ergonómico para mitigar los riesgos identificados y mejorar el bienestar de los trabajadores.
<b>A20</b>	(Nugraha et al., 2023)	Mixto	Identificar y comparar los puntajes RULA (Evaluación Rápida de Miembros Superiores)	Método RULA, con la ayuda del software CATIA.	Antes de las mejoras, el puntaje RULA promedio era de 6.9, lo que indica la necesidad de inspecciones y cambios inmediatos. Después de las mejoras, el puntaje RULA promedio disminuyó a 3.9, lo que indica un nivel de riesgo ergonómico bajo y que solo se necesitan pequeños cambios, logrando una reducción del nivel de riesgo ergonómico en un 43%.

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A21</b>	(Solís et al., 2023)	Cuantitativo	Analizar los movimientos realizados y las posturas empleadas por los trabajadores de la construcción en el sureste de México	Rapid Entire Body Assessment (REBA)/ Ecuación de NIOSH /Evaluación de Carga Física (EC2)	Los riesgos ergonómicos más críticos se presentaron en actividades relacionadas con el transporte manual de carga y las posturas forzadas.
<b>A22</b>	(Tapia et al., 2021)	Cuantitativo	Diseñar de manera ergonómica el puesto de trabajo de la cajera en supermercados, con el fin de abordar las posturas incómodas.	El método Rapid Upper Limb Assessment (RULA)	Al aplicar el método RULA, se determinó que el nivel de riesgo final era de 6, lo cual requiere cambios rápidos en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo.
<b>A23</b>	(Torres et al., 2020).	Mixto	Analizar el "trabajo real" que realizan los trabajadores, es decir, cómo ejecutan en la práctica las instrucciones y procedimientos de trabajo, en contraste con el "trabajo prescrito" o lo que se espera que hagan	Observaciones de la actividad, entrevistas a los trabajadores y simulaciones	Los resultados de estos estudios permiten a la ergonomía de la actividad comprender mejor las estrategias desarrolladas por los trabajadores para ampliar su "margen de maniobra"

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A24</b>	(Tapia et al., 2023)	Cuantitativo	Evaluar los riesgos ergonómicos del personal docente de la Universidad Católica de Cuenca, Extensión Cañar	Los métodos de evaluación empleados fueron REBA, RULA y ROSA	Los resultados mostraron que la mayoría de los docentes se encuentran en niveles de riesgo bajo o mejorable en términos de movimientos repetitivos, posturas forzadas y uso de pantallas de visualización.
<b>A25</b>	(Kibria, 2023)	Cuantitativo	Analizar las posturas de trabajo de los trabajadores de construcción y evaluar el nivel de riesgo de lesiones en su trabajo.	RULA y REBA,	Los trabajadores involucrados en el vaciado de vigas y columnas, así como los trabajadores de albañilería, estaban en alto riesgo de lesiones debido a la ausencia de posturas de trabajo adecuadas.
<b>A26</b>	(Widiyawati et al., 2020)	Cuantitativo	Evaluar el riesgo de las posturas de trabajo diarias de los trabajadores de oficina utilizando el método (RULA).	RULA	Los resultados del estudio mostraron que las posturas de los trabajadores durante el proceso de alineación del cumplimiento del servicio presentaban un alto riesgo

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A27</b>	(Bermudez-Lopez et al., 2024)	Cuantitativo	Proponer una mejora ergonómica utilizando el método RULA para reducir las enfermedades profesionales en el transporte de carga pesada en Lurigancho Chosica, Perú en 2023.	Método RULA	El estudio busca conocer la relación que existe entre las variables, con un mejor control administrativo se puede resolver la mayoría de los padecimientos con la propuesta ergonómica, basada en formación y sensibilización.
<b>A28</b>	(Carrasco et al., 2023)	Cualitativo	Analizar la influencia de los riesgos ergonómicos en el desempeño laboral, identificando los factores ergonómicos más relevantes	Revisión bibliográfica en diversas bases de datos científicas	Se identificaron diversos trabajos y sectores con presencia de riesgos ergonómicos, como el trabajo de oficina, la minería y la soldadura de estructuras metálicas.
<b>A29</b>	(Quiroz et al., 2024)	Mixto	Diseñar un nuevo método de evaluación ergonómica en tiempo real durante el desarrollo de la actividad laboral del trabajador.	RULA, REBA y OWAS	El método propuesto es más sensible que el método de evaluación ergonómica observacional y brinda propuestas para reducir el riesgo ergonómico.

<b>CÓDIGO</b>	<b>AUTOR</b>	<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>OBJETIVO PRINCIPAL DEL ESTUDIO</b>	<b>MÉTODO / HERRAMIENTA</b>	<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>
<b>A30</b>	(Eldar et al., 2020)	Mixto	Desarrollar un modelo biomecánico para evaluar los niveles de comodidad postural de los trabajadores móviles (e-workers) que utilizan tabletas en entornos públicos	Métodos empíricos	El modelo de evaluación puede contribuir a optimizar el nivel de comodidad en el diseño de entornos de tercer lugar de trabajo y otras actividades de trabajo sedentario

*Nota.* Elaborado por el autor

Las Normas establecidas en la tabla 4, relacionadas con el método Rula y la evaluación ergonómica, proporcionan un marco teórico y metodológico pertinente para nuestra investigación. Estas pautas permiten reconocer el efecto físico que las acciones reiterativas y las posturas incómodas provocan en los conductores. A través del uso de estas normativas internacionales y las herramientas ergonómicas adecuadas, se pueden identificar peligros posturales que podrían poner en riesgo la salud y la seguridad de los conductores.

**Tabla 4.**

*Normas internacionales relacionadas*

<b>Norma</b>	<b>Descripción</b>
Normativa ISO 11226	Evaluación de posturas estáticas de trabajo.
Normativa ISO 45001-2018	Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

*Nota.* Elaborado por el autor

En la tabla 5, se detalla la frecuencia de uso de cada metodología empleada por los autores en las investigaciones seleccionadas. Cabe destacar que las distintas metodologías son de mucho apoyo para la toma de decisiones, teniendo al mismo tiempo criterios de selección para una importante aplicación en la práctica. Estos métodos permiten eliminar conjeturas improvisadas, pensamientos no explicados, para obtener una respuesta en situaciones complejas.

**Tabla 5.**

*Frecuencia del método empleado en los artículos obtenidos*

<b>Método</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Artículos</b>
RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	10	A1, A3, A6, A9, A12, A20, A22, A25, A26, A27
REBA (Rapid Entire Body Assessment)	8	A5, A7, A10, A11, A12, A13, A21, A29
IMU (Inertial Measurement Units)	2	A2, A4
Cuestionario Nórdico	2	A14, A11

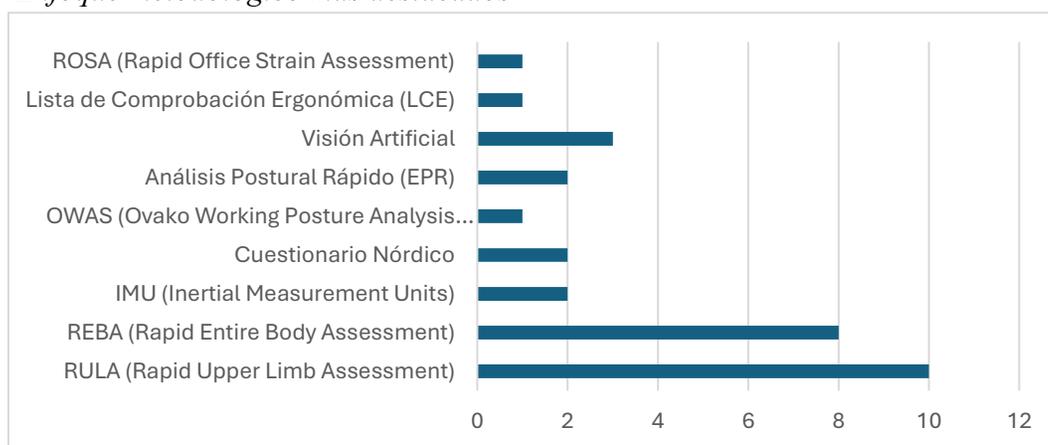
OWAS (Ovako Working Posture Analysis System)	1	A16
Análisis Postural Rápido (EPR)	2	A18, A19
Visión Artificial	3	A17, A28, A30
Lista de Comprobación Ergonómica (LCE)	1	A19
ROSA (Rapid Office Strain Assessment)	1	A24

*Nota.* Elaborado por el autor

Los estudios revisados sobre ergonomía han utilizado diversas metodologías, que se encuentran en la Figura 4. El método más utilizado es el RULA (33%), seguido por el REBA (27%), ambos centrados en la evaluación postural. Tecnologías como las IMU se emplean en un 7% de los estudios como también el Cuestionario Nórdico y la Visión Artificial aparecen en un 10%. Otros métodos incluyen el Análisis Postural Rápido (7%) y, en menor medida, OWAS, LCE, y ROSA (3% cada uno).

**Figura 4.**

*Enfoque metodológico más destacados*



*Nota.* Elaborado por el autor

La Tabla 6 recopila las herramientas principales utilizadas en 30 estudios para evaluar la carga postural y los riesgos ergonómicos con el método RULA. Entre las herramientas más destacadas se encuentran la observación directa, los cuestionarios ergonómicos especializados

como el Cuestionario Nórdico Estandarizado y el Cuestionario de Molestia Musculoesquelética de Cornell (CMDQ), así como el uso de sistemas de captura de movimiento y análisis cinemático. Estas técnicas permiten una evaluación detallada de las posturas de trabajo, identificando factores de riesgo ergonómico, especialmente en ocupaciones con alta demanda física, como los conductores. El uso de herramientas cuantitativas y cualitativas proporciona una visión integral del entorno laboral, lo que facilita la identificación de medidas correctivas inmediatas, tal como lo sugieren autores como Barbosa et al. (2023) y Iqbal et al. (2023). Estos instrumentos no solo ayudan a identificar posturas inadecuadas, sino también a medir la frecuencia e intensidad del esfuerzo físico, lo que contribuye a prevenir trastornos musculoesqueléticos y mejorar las condiciones laborales.

**Tabla 6.**  
*Frecuencia de instrumentos de investigación*

<b>Método / Herramienta</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Artículos</b>
Observación directa	8	A1, A5, A10, A12, A13, A22, A23, A24
Cuestionario / Encuesta	5	A2, A11, A14, A15, A19
Análisis estadístico	3	A2, A6, A16
Captura de movimiento / IMU	2	A4, A6
Visión artificial	1	A17
Entrevistas	2	A10, A15
Simulaciones	1	A23
Modelos / Software (ej. CATIA)	2	A6, A20
Lista de comprobación ergonómica (LCE)	2	A19, A21

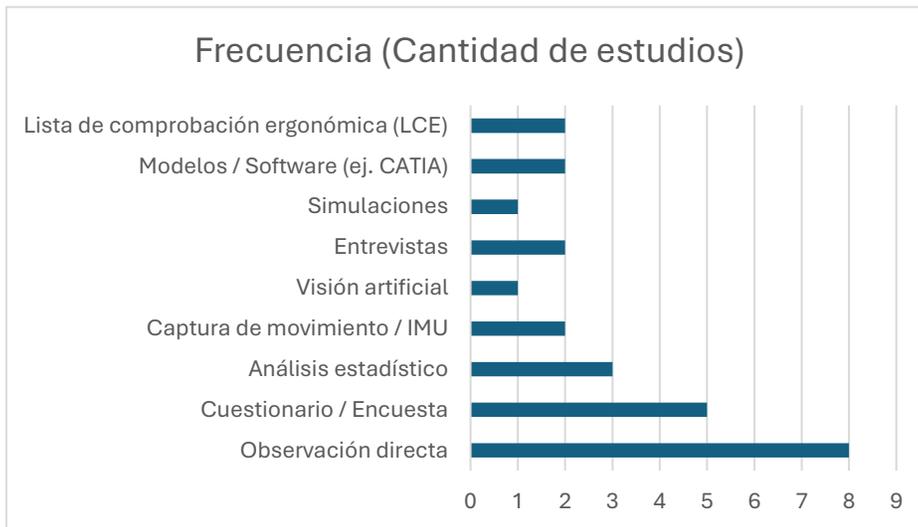
*Nota.* Elaborado por el autor

La Figura 5 evidencia con nitidez las técnicas más utilizadas en los estudios examinados. La encuesta resalta como la herramienta habitual, con un 68% de frecuencia en su aplicación, lo cual indica su relevancia en la recolección de datos y la evaluación de las percepciones de los participantes. En segundo término, la entrevista juega un papel fundamental en entender las vivencias y pensamientos de los individuos, lo cual es vital para adquirir datos cualitativos de gran

valor. Además, se aprecia la aplicación de la observación directa y la grabación de movimiento, que resultan fundamentales para examinar posturas y movimientos en tiempo real. Instrumentos tales como la lista de verificaciones ergonómicas (LCE) y los modelos de software también contribuyen al análisis ergonómico, proporcionando una perspectiva más técnica y minuciosa en la valoración de riesgos.

**Figura 5.**

*Distribución de las herramientas utilizadas en los artículos analizados*



*Nota.* Elaborado por el autor

## 6. Análisis y síntesis de los resultados

Finalmente, se realizó un análisis detallado de los resultados obtenidos de la literatura seleccionada. La mayoría de los estudios confirmaron que el uso del método RULA es eficaz para identificar posturas de alto riesgo y realizar mejoras significativas en las condiciones ergonómicas. Los resultados de la investigación muestran que muchos trabajadores asumen roles que los ponen en riesgo de padecer trastornos musculoesqueléticos. La puntuación RULA obtenida para estas actividades resalta la urgente necesidad de realizar cambios en las prácticas laborales para reducir estos riesgos. Estas medidas podrían incluir el uso de herramientas ergonómicas y la capacitación en técnicas de levantamiento seguro.

Para concluir, el estudio ergonómico efectuado a través del método RULA en el Garage Municipal de La Libertad muestra la existencia de puestos laborales peligrosos que necesitan ser

atendidos de inmediato. Este estudio resalta la importancia de seguir pautas como las de PRISMA para garantizar una valoración estricta y basada en pruebas, y aspira a servir como punto de referencia para futuras investigaciones en el campo de la ergonomía laboral.

### **Respuesta a la Pregunta 1**

*¿Qué posturas laborales son más comunes en las tareas realizadas en el Garage Municipal de La Libertad?*

En promedio, los conductores emplean entre 8 y 10 horas al día en posiciones estáticas, lo que puede causar dolores lumbares, cansancio muscular y otros trastornos musculoesqueléticos (TME). Además, su trabajo conlleva el manejo de herramientas y materiales durante las actividades de carga y descarga, lo que incrementa un grado adicional de riesgo ergonómico.

En cambio, los empleados del Garage también se ven sometidos a labores físicamente exigentes, como el manejo de maquinaria pesada y la adopción de posiciones incómodas durante el mantenimiento y reparación de vehículos.

*¿Qué indicadores específicos del método RULA se utilizarán para valorar el riesgo ergonómico en el Garage Municipal?*

La metodología RULA posibilita el examen minucioso de los movimientos y posiciones de las extremidades superiores, cuello, torso y piernas, otorgando una calificación que señala el grado de riesgo y la urgencia de implementar acciones. Es vital examinar estas posturas para identificar las zonas que requieren mejoras ergonómicas de forma inmediata. Varios estudios han evidenciado que llevar a cabo estas valoraciones no solo reduce la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos (TME), sino que también incrementa la satisfacción laboral y disminuye las faltas de trabajo.

Por lo tanto, el estudio empleará el método RULA para realizar un estudio minucioso de las posiciones que adoptan los conductores y el personal de mantenimiento del Garage Municipal, con la finalidad de identificar peligros ergonómicos específicos y proponer acciones correctivas eficaces.

*¿De qué manera se determinarán las estrategias correctivas y preventivas en función del nivel de riesgo detectado?*

Las estrategias determinarán prioridades basándose en el grado de riesgo identificado mediante el método RULA. Directamente: (a) Se realizará un análisis detallado de la información recolectada a través de las observaciones y el cuestionario proporcionado a los trabajadores. (b) Se reconocerán y categorizarán los distintos factores de riesgo existentes en el Garage, valorando cada uno y definiendo una puntuación numérica que facilite la medición del nivel de riesgo en términos de su incidencia y magnitud. (c) Las acciones preventivas técnicas se desarrollarán teniendo en cuenta los estándares técnicos establecidos por las regulaciones internacionales pertinentes, como la ISO 12226 y la ISO 45001-2018.

Las estrategias correctivas y preventivas se otorgarán prioridad según el grado de riesgo detectado, enfocándose más en aquellos riesgos categorizados como "peligrosos" o de mayor impacto, con la finalidad de aplicar soluciones eficaces que disminuyan los desórdenes musculoesqueléticos y optimicen las condiciones laborales en los conductores de vehículos pesados y livianos respectivamente.

### **1.3. Fundamentos teóricos**

#### **Prevención de riesgos laborales**

Se refiere a un conjunto de medidas y actividades orientadas a identificar, evaluar y controlar los riesgos que pueden afectar la salud y seguridad de los trabajadores en su lugar de trabajo (Gómez-Galán et al., 2020).

#### **Biomecánica**

Se centra en la utilización de tecnología de punta para llevar a cabo evaluaciones cinemáticas y posturales exactas de los empleados, con el propósito de entender de manera más profunda la correlación entre la carga laboral y la aparición de trastornos musculoesqueléticos. (Simon et al., 2024).

#### **Método Rula**

Es una herramienta valiosa para evaluar rápidamente el impacto de las posturas en el sistema musculoesquelético, incluyendo diferentes partes de cuerpo divididos en grupo A y grupo

B, en los cuales se destacan los de mayor impacto como son el cuello, el tronco y los miembros superiores. (Iqbal et al., 2023).

### **Metodología REBA (Rapid Entire Body Assessment)**

Es una herramienta de análisis postural especialmente sensible a las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles (Barbosa et al., 2023).

### **Cargas posturales**

Riesgos inadecuados del sistema hombre-máquina, desde la perspectiva de diseño, edificación, funcionamiento, localización de maquinaria, conocimientos, competencias, condiciones, así como de las particularidades de los trabajadores, y de las relaciones con el entorno laboral. (Cujilán et al., 2022).

### **Fatiga muscular**

Es un desafío significativo para las compañías, dado que las circunstancias laborales que obligan a los empleados a adoptar posiciones laborales no naturales y durante largos periodos pueden provocar que los empleados se sientan rápidamente agotados, causando dolor en determinadas áreas del cuerpo e incluso discapacidades (Suhra et al., 2023).

### **Seguridad y salud en el trabajo (SST)**

Elemento esencial para proteger a los empleados, mejorar sus condiciones de trabajo y minimizar los peligros a los que se enfrentan, lo cual a su vez favorece a la compañía en cuanto a productividad y bienestar del personal. (Barbosa et al., 2023).

### **Evaluación de posturas**

Método que permite analizar las posturas de trabajo inadecuadas que se realizan durante el desarrollo de las actividades. Este método evalúa los movimientos en brazos, muñecas, cuello y piernas, y a partir de dicho análisis se determina el nivel de riesgo (Martínez et al., 2024).

### **Lesiones musculoesqueléticas**

Quejas de partes de los músculos esqueléticos que una persona siente, que van desde muy leves hasta muy dolorosas. Las quejas en forma de daño a las articulaciones, ligamentos y tendones

ocurrirán si los músculos reciben una carga estática repetidamente y durante mucho tiempo (Suarjana et al., 2023).

### **Ergonomía industrial**

Estudio y análisis de los factores de riesgo ergonómicos presentes en el lugar de trabajo, como los movimientos repetitivos, las posturas forzadas, el exceso de carga, entre otros (Barbosa et al., 2023).

### **Fatiga postural**

Fenómeno multidimensional que no depende únicamente de la postura en el trabajo, sino de una variedad de factores individuales y del entorno laboral (Simon et al., 2024).

### **Adaptación ergonómica**

Se refiere a la evaluación y mejora de los factores de riesgo ergonómicos en el lugar de trabajo. Busca identificar y mitigar los factores de riesgo musculoesqueléticos en el lugar de trabajo a través de métodos de evaluación objetivos y la optimización del diseño del puesto de trabajo (Nowara et al., 2023).

### **Ergonomía**

La evaluación ergonómica de una persona para prevenir trastornos musculoesqueléticos debe considerar factores de análisis como los movimientos repetitivos, las elevaciones de cargas, las posturas forzadas y estáticas, el requerimiento mental, la redundancia de acciones, las vibraciones, el ambiente, etc (Herrera et al., 2020).

### **Factores de riesgo (FR)**

Características del trabajo que pueden contribuir al desarrollo de TME, como la duración de la tarea repetitiva, la falta de períodos de recuperación, la frecuencia de acciones, la demanda de fuerza y las posturas inapropiadas (Cifuentes-Marín et al., 2023).

## **1.4. Recapitulación del capítulo I**

El primer capítulo establece el marco teórico de la investigación, comenzando con una revisión de los antecedentes en la ergonomía y de los trastornos musculoesqueléticos (TME). Previa investigación han evidenciado que metodologías como RULA, puede ser utilizada para

evaluar el riesgo postural en diferentes entornos laborales, ya sean oficinas o talleres mecánicos. Los resultados obtenidos, fundamentan la importancia de identificar y corregir las posturas y los factores de riesgo que afectan la salud laboral.

El estado del arte examina las variaciones y tendencias más relevantes en la evaluación ergonómica de las posturas en el trabajo. Se adopta un método sistemático para la búsqueda, siguiendo el protocolo PRISMA, reconociendo metodologías como RULA, REBA y OWAS, que se presentan en ambientes de trabajo industriales y de transporte, siendo el método Rula la más acertada para el tema de investigación. Los estudios evidencian el uso de estas herramientas, con la finalidad de tratar los riesgos ergonómicos y proponen soluciones prácticas como la optimización de las estaciones de trabajo y la implementación de programas de descansos activos para disminuir la prevalencia del TME.

El propósito de la pregunta de investigación es identificar las posturas laborales más frecuentes, definiendo a través del método RULA los parámetros de intervención específicos para corregir estas posiciones laborales peligrosas. Adicionalmente, se implementa un protocolo de búsqueda estricto fundamentado en bases de datos de acceso público que proporcionan validez y solidez a la búsqueda de los documentos escogidos, asegurando que los hallazgos del estudio se puedan aplicar a las condiciones de trabajo locales y regionales.

Finalmente el capítulo presenta una síntesis de los criterios de inclusión/exclusión utilizados en la selección de la literatura, desvinculándola con la aplicación de la aplicación de criterios de selección basados en la evidencia científica, sobre lo que se pretende basar la identificación de las posturas laborales, con el propósito de establecer estrategias y medidas correctivas que afronten la salud y el rendimiento de los trabajadores, estableciéndose para ello caminos de mejora en el ámbito laboral para el Garage.

## CAPÍTULO II

### MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1. Enfoque de investigación

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la postura laboral de los trabajadores del Garage Municipal en La Libertad, Ecuador, utilizando la metodología RULA. Este enfoque de investigación se centró en identificar y analizar los posibles riesgos ergonómicos asociados con las posturas adoptadas durante las actividades laborales diarias, fue de tipo cuantitativo descriptivo. La metodología RULA fue ampliamente reconocida por su capacidad para evaluar de forma rápida y precisa las posturas del cuerpo humano, especialmente en trabajos que implican movimientos repetitivos y posturas forzadas.

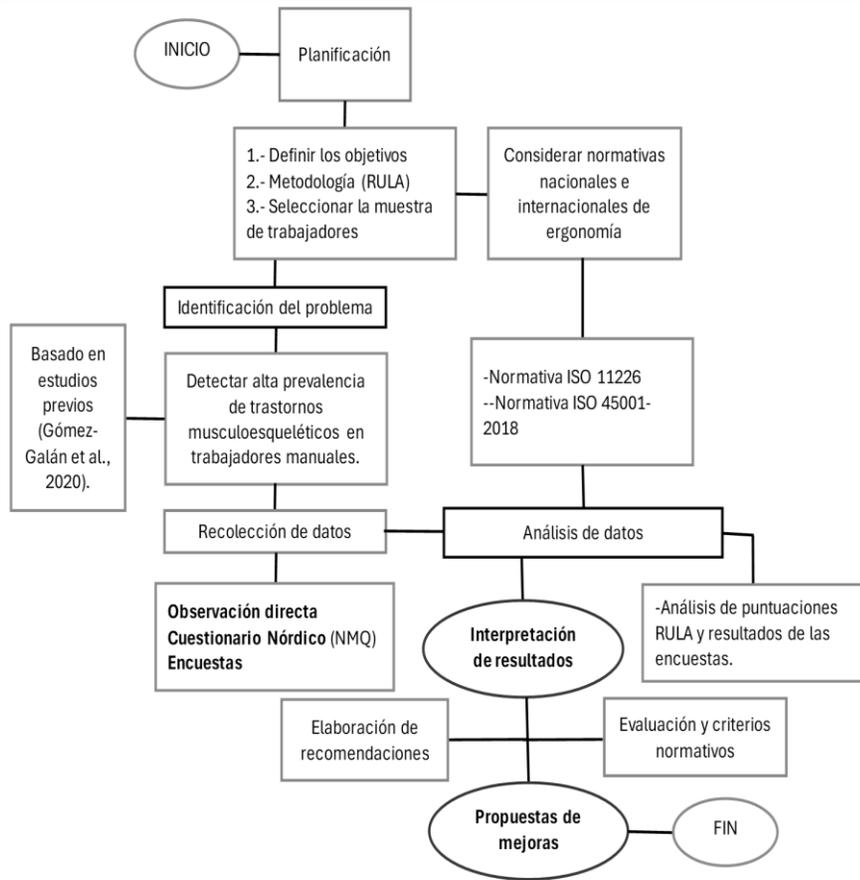
#### 2.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación adoptado fue de tipo cuantitativo descriptivo, ya que se buscó medir y describir el nivel de riesgo ergonómico en las posturas de los trabajadores. A través de este diseño, se obtuvieron datos específicos sobre las posturas y movimientos realizados, permitiendo así una evaluación detallada y objetiva. Además, se utilizaron herramientas tecnológicas como el software Ergonautas y Ergosoft Pro para convertir las posiciones de los elementos de movimiento en imágenes virtuales, lo que facilitó el proceso de medición y análisis (Nugraha et al., 2023).

#### 2.3. Procedimiento Metodológico

El diseño de investigación para la evaluación ergonómica de la postura laboral, utilizando la metodología RULA, se desarrolló en etapas claramente definidas, El esquema argumenta un procedimiento de análisis ergonómico en entornos laborales manuales con el fin de detectar factores de riesgo que incidan en trastornos musculoesqueléticos. Este enfoque: (a) Aplica metodologías con validez, como la RULA y herramientas a partir de encuestas (NMQ), (b) Integra normativa internacional para garantizar el cumplimiento de requisitos de seguridad y salud laboral, (c) Produce propuestas de mejora a partir de la evidencia proveniente de los datos analizados. En la Figura 6 se podrá evidenciar las secuencias de etapas del proceso de evaluación ergonómica:

**Figura 6.**  
*Secuencia de etapas del proceso de evaluación ergonómica*



*Nota.* Elaborado por el autor

## 2.3.1. Etapa de planificación

### 2.3.1.1. Fase 1: Definir los objetivos

Se establecieron claramente los objetivos del estudio ergonómico, que incluyeron la reducción de riesgos posturales y la prevención de trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores.

### 2.3.1.2. Fase 2: Selección de la metodología (RULA)

Se optó por el método RULA para valorar las posturas de los empleados, poniendo especial atención en la parte superior del cuerpo. Esta herramienta, reconocida a nivel internacional, se empleó en el análisis ergonómico.

### **2.3.1.3. Fase 3: Selección de la muestra de trabajadores**

Se eligió un conjunto representativo de empleados para su evaluación, con el objetivo de asegurar la pertinencia y exactitud de los resultados.

### **2.3.1.4. Fase 4: Consideración de normativas**

Se consideraron normativas nacionales e internacionales de ergonomía, tales como la ISO 11226 y la ISO 45001-2018, las cuales orientaron tanto la elaboración de las intervenciones como la valoración de riesgos.

## **2.3.2. Etapa de recolección de datos**

### **2.3.2.1. Fase 1: Observación directa**

Se observó directamente a los trabajadores durante sus actividades laborales, aplicando la metodología RULA para identificar posturas inadecuadas que representaban riesgos ergonómicos.

### **2.3.2.2. Fase 2: Aplicación del cuestionario nórdico (NMQ) y encuestas**

Se aplicó el Cuestionario Nórdico, una herramienta estandarizada que recogió información sobre las molestias musculoesqueléticas experimentadas por los trabajadores además de las encuestas que permitió recoger información adicional sobre hábitos laborales, condiciones de trabajo y percepción de bienestar.

### **2.3.2.3. Fase 3: Registro de la información**

La información recogida de la observación y los cuestionarios se registró meticulosamente, enfocándose especialmente en aquellos elementos que señalaban elevados grados de riesgo postural o que necesitaban una intervención inmediata.

## **2.3.3. Etapa de evaluación**

### **2.3.3.1. Fase 1: Análisis de datos**

Los datos obtenidos se examinaron con un programa especializado, determinando las puntuaciones de RULA para establecer el grado de riesgo. Este análisis incluyó la correlación con

los resultados del Cuestionario Nórdico, y se realizó bajo criterios normativos, como las normas ISO mencionadas.

### **2.3.3.2. Fase 2: Interpretación de Resultados**

Los resultados del análisis fueron interpretados para determinar cómo afectaban a la salud de los trabajadores, priorizando las intervenciones más urgentes y comparándolos con estándares internacionales.

### **2.3.3.3. Fase 3: Elaboración de Recomendaciones**

Estas sugerencias se ajustaron a regulaciones como la ISO 11226 y las recomendaciones de la ISO 45001-2018 para potenciar la seguridad en el trabajo.

## **2.4. Población y Muestra**

La población del estudio estuvo conformada por los trabajadores del Garage Municipal de La Libertad, específicamente en el departamento de Logística vehicular donde se enfocó en los conductores de vehículos pesados y livianos. Para asegurar una representación adecuada de la población, se seleccionó una muestra aleatoria de conductores, lo que permitió obtener resultados más generalizables. Además, se consideraron factores clave como el tipo de vehículo conducido, las horas de conducción diaria, las posturas adoptadas durante el trabajo y las condiciones del entorno laboral. Esto permitió identificar con mayor precisión los factores de riesgo ergonómico específicos que afectan a los conductores, como la vibración y la posición. La Tabla 7 presentó el total del personal el cual se clasificó en varias categorías, como los encargados de la dirección general, los operarios de mantenimiento, los conductores de vehículos livianos y pesados. Sin embargo, para el objetivo de esta investigación, que fue la evaluación ergonómica de posturas mediante el método RULA, se tomó en cuenta únicamente a los conductores.

**Tabla 7.**

*Población total de la muestra*

<b>N°</b>	<b>PERSONAL</b>	<b>CANTIDAD</b>
1	Encargado General	1
2	Operarios (mantenimiento)	5

3	Conductores (Vehículos livianos)	18
4	Conductores (Vehículos pesados)	22
	<b>TOTAL</b>	<b>46</b>

*Nota.* Elaborado por el autor

La población total a la que se dirigió el estudio estuvo compuesta por 40 sujetos, divididos equitativamente en dos grupos: 18 conductores de vehículos livianos y 22 conductores de vehículos pesados. Esta asignación se determinó por el tipo de trabajo de los conductores, que implica mantenerse largas horas en una postura estática, lo que los hace vulnerables a situaciones laborales poco seguras desde la perspectiva ergonómica. Para estas personas, la ergonomía es esencial para su bienestar y salud.

#### 2.4.1. Cálculo de la Muestra

Para determinar la cantidad de encuestas necesarias, se utilizó la fórmula específica para poblaciones finitas. Esta fórmula adaptada por Gallego-Galán et al. (2020) propuesta desde hace años para el cálculo del tamaño de la muestra en investigaciones cuantitativas, es bien conocida en el ámbito de la investigación por su precisión y simplicidad. En esencia, esta fórmula es una versión simplificada del modelo de cálculo del tamaño de la muestra, adecuada cuando se cuenta con una población bien definida y de número limitado, como en este estudio.

La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$n = \frac{(N * Z^2 * p * q)}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N = 50 (el tamaño total de la población de conductores).

Z = 1.96, correspondiente al nivel de confianza del 95%.

p = 0.5 (la proporción esperada, asumiendo máxima variabilidad).

q = 1-p=0.51 - p = 0.51-p=0.5.

E = 0.05 (margen de error del 5%).

Con estos datos, la fórmula se ajustaría de la siguiente forma:

$$n = \frac{(40 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5)}{0.05^2 * (40 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{38.416}{0.0975 + 0.9604}$$

$$n = \frac{38.416}{1.0579}$$

$$n = 36.31$$

De acuerdo con el cálculo mencionado, se obtuvo un tamaño de muestra de 36. Esto se tradujo en que, para asegurar la representatividad estadística al 95% de confianza con un margen de error del 5%, se debía encuestar a 36 de los 40 conductores.

El cuestionario estuvo compuesto por un total de 20 preguntas, lo cual resultó un número apropiado para cubrir con detalle la información sobre las posturas de trabajo de los conductores, la duración de las posturas, el uso de equipos y un aspecto destacado de la ergonomía y la salud laboral. El número de preguntas se estableció de acuerdo con los antecedentes de ergonomía revisados (Gómez-Galán et al., 2020), que indicaron que un cuestionario breve, pero completo, resulta más efectivo para obtener respuestas claras y válidas, sin que se convirtiera en un proceso fatigoso.

La muestra se dividió en dos grupos: un grupo de intervención y un grupo de control. El grupo de intervención recibió formación en ergonomía y se le aplicó la metodología RULA para evaluar sus posturas laborales.

## **2.5. Métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de los datos**

Para la recolección de datos, se utilizó un cuestionario estandarizado basado en el Nordic Musculoskeletal Questionnaire (NMQ), adaptado al español para facilitar la comprensión de los participantes. La aplicación del cuestionario se llevó a cabo durante los periodos de descanso de los trabajadores para minimizar cualquier interferencia con sus tareas laborales.

A partir de la combinación de observación directa y cuestionarios, Gómez-Galán et al. (2020) explicaron que esta era la forma más sencilla de identificar problemas ergonómicos en los trabajadores. Marin-Vargas et al. (2022) indicaron que la aplicación del método RULA, junto con el Cuestionario Nórdico, era muy útil para señalar y cuantificar riesgos musculoesqueléticos en el trabajo. Métodos de recolección de los datos

En la Tabla 8 se describió los métodos de recolección de datos. Estos fueron la encuesta, observación directa, y el cuestionario nórdico musculoesquelético. La recolección de datos mediante encuestas permitió obtener información complementaria y una visión más amplia no solo del entorno laboral de los conductores, sino también de la “ergonomía” de sus puestos de trabajo. La observación directa permitió evaluar las posturas de los conductores de forma en tiempo real, mientras que el cuestionario proporcionó datos sobre las percepciones de los conductores en torno a los síntomas musculoesqueléticos.

**Tabla 8.**

*Métodos de recolección de datos*

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>	<b>Justificación</b>
Observación Directa	Se observarán directamente las posturas de los conductores durante su jornada laboral, usando la metodología RULA.	Permite identificar y registrar posturas laborales con riesgo ergonómico, necesarias para la evaluación de RULA.
Cuestionario	Se aplicará el <b>Cuestionario Nórdico Musculoesquelético (NMQ)</b> para detectar síntomas musculoesqueléticos en los conductores.	Complementa la observación con datos subjetivos que permiten conocer las molestias físicas de los conductores.
Encuestas	Se aplicarán encuestas estructuradas para recoger información adicional sobre hábitos laborales y condiciones de trabajo.	Proporciona una visión más amplia de la experiencia laboral de los conductores y ayuda a identificar factores de riesgo.

*Nota.* Elaborado por el autor

Del mismo modo, en la Tabla 9 se mostraron las técnicas e instrumentos a utilizar, como el método RULA, ampliamente validado y utilizado para conocer el riesgo ergonómico en los trabajos. También se incluyó el uso del cuestionario nórdico musculoesquelético (NMQ), que permitió identificar la sintomatología física de los conductores, y el software SPSS, que fue clave en el análisis de los datos recolectados para realizar análisis descriptivos y correlacionales.

### 2.5.1. Técnicas de recolección de los datos

**Tabla 9.**

*Técnicas e instrumentos para utilizar*

<b>Técnica/Instrumento</b>	<b>Descripción</b>	<b>Justificación</b>
Método RULA	Herramienta estándar utilizada para evaluar las posturas de las extremidades superiores y el tronco, con el fin de detectar posturas de riesgo.	Identifica posturas que requieren intervención para mejorar las condiciones ergonómicas.
Cuestionario Nórdico Musculoesquelético (NMQ)	Herramienta validada para recoger información sobre síntomas musculoesqueléticos experimentados por los conductores.	Proporciona un enfoque cuantitativo complementario a la observación directa, centrado en la percepción de los conductores sobre sus condiciones físicas.
Software SPSS	Software utilizado para el análisis estadístico de los datos recolectados. Permite realizar análisis descriptivos y correlacionales.	Herramienta estándar para el análisis de datos cuantitativos en estudios científicos.

*Nota.* Elaborado por el autor.

Los datos obtenidos a través del cuestionario fueron complementados con observaciones directas y registros fotográficos de las posturas adoptadas por los trabajadores durante sus actividades. Estas observaciones permitieron identificar las posturas más comunes y evaluar su nivel de riesgo utilizando la metodología RULA. Una vez recopilados y analizados los datos, se llevaron a cabo sesiones de retroalimentación con los trabajadores del grupo de intervención. Durante estas sesiones, se proporcionaron recomendaciones específicas para mejorar sus posturas laborales y reducir los riesgos ergonómicos.

## **2.5.2. Instrumentos de recolección de los datos**

### **2.5.2.1. Cuestionario de Entrevista:**

Este cuestionario estuvo compuesto por preguntas cerradas que permitieron evaluar diferentes dimensiones relacionadas con las posturas de trabajo, los factores de riesgo ergonómicos, el impacto físico de las posturas y el cumplimiento de medidas ergonómicas. Las preguntas se organizaron en indicadores específicos dentro de cada dimensión y utilizaron una escala de tres puntos (1: No, 2: Tal vez, 3: Sí)

#### **2.5.2.2. Descripción del cuestionario (Encuesta):**

- a) ¿Ha experimentado dolor o molestias musculares después de realizar tareas del trabajo?
- b) ¿Se reportan con frecuencia incidentes relacionados con el malestar físico en su lugar de trabajo?
- c) ¿Siente que las mejoras ergonómicas en su puesto de trabajo reducirán las molestias físicas?
- d) ¿Cree que las herramientas y equipos actuales han mejorado su comodidad y bienestar físico durante la jornada?
- e) ¿Se evalúan las condiciones ergonómicas en su entorno de trabajo?
- f) ¿Ha recibido alguna evaluación ergonómica en su puesto de trabajo durante el último año?
- g) ¿Ha informado a su supervisor o área de salud ocupacional sobre dolores o molestias relacionados con su trabajo?
- h) ¿Siente que los informes de salud ocupacional han resultado en cambios que mejoran su bienestar físico?
- i) ¿Ha sufrido algún trastorno físico que considere grave debido a posturas o esfuerzos durante el trabajo?

- j) ¿Considera que las molestias físicas que ha experimentado son leves?
- k) ¿Ha recibido capacitación ergonómica sobre cómo adoptar posturas correctas en su puesto de trabajo?
- l) ¿Cree que la capacitación ayudará a reducir las molestias físicas durante el trabajo?
- m) ¿Considera necesario recibir información sobre ergonomía en su entorno laboral?
- n) ¿Cree que las medidas ergonómicas que se implementarán mejorarán su desempeño y comodidad en el trabajo?
- o) ¿Adoptará los procedimientos ergonómicos que se le recomendará durante su trabajo diario?
- p) ¿Considera que los procedimientos ergonómicos serán efectivos para reducir el malestar físico?
- q) ¿Ha recibido retroalimentación de sus supervisores sobre su postura o el uso de equipos ergonómicos?
- r) ¿Considera que su comportamiento en relación con la ergonomía mejorará con la implementación de medidas ergonómicas?
- s) ¿Cree que notará una reducción significativa en el dolor o malestar físico tras la implementación de medidas ergonómicas en su entorno?
- t) ¿Siente que los cambios ergonómicos en el equipo o las condiciones de trabajo serán efectivos para mejorar su comodidad y reducir el cansancio físico?

### **2.5.2.3. Cuestionario Nórdico**

Este cuestionario está diseñado para identificar si ha experimentado dolor o malestar en diferentes partes de su cuerpo durante los últimos 12 meses o 7 días, y si estos problemas han afectado su capacidad para trabajar.

#### **Parte 1: Regiones Corporales Evaluadas**

##### **a. Cuello**

¿Ha tenido dolor o malestar en el cuello en los últimos 12 meses?

¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?

¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en el cuello?

##### **b. Hombros (derecho/izquierdo)**

¿Ha tenido dolor o malestar en los hombros en los últimos 12 meses?

¿Derecho, izquierdo, o ambos?

¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?

¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en los hombros?

¿Derecho, izquierdo, o ambos?

### **c. Espalda Superior**

¿Ha tenido dolor o malestar en la espalda superior en los últimos 12 meses?

¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?

¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en la espalda superior?

### **d. Espalda Baja (Lumbares)**

¿Ha tenido dolor o malestar en la espalda baja en los últimos 12 meses?

¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?

¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en la espalda baja?

### **e. Codos (derecho/izquierdo)**

¿Ha tenido dolor o malestar en los codos en los últimos 12 meses?

¿Derecho, izquierdo, o ambos?

¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?

¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en los codos?

¿Derecho, izquierdo, o ambos?

### **f. Muñecas y Manos (derecha/izquierda)**

¿Ha tenido dolor o malestar en las muñecas o manos en los últimos 12 meses?

¿Derecha, izquierda, o ambas?

¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?

¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en las muñecas o manos? (Sí/No)

¿Derecha, izquierda, o ambas?

### **g. Caderas/Muslos**

¿Ha tenido dolor o malestar en las caderas o muslos en los últimos 12 meses?

¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?

¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en las caderas o muslos?

## **Parte 2: Impacto Ergonómico en la Conducción**

### **a. Postura durante la Conducción**

¿Siente malestar por mantener una postura prolongada durante la conducción?

¿En qué parte del cuerpo siente más molestias?

### **b. Uso Prolongado del Volante y Pedales**

¿Ha experimentado dolor o malestar por el uso prolongado del volante o los pedales?

¿En qué parte del cuerpo siente más molestias?

### **c. Vibraciones del Vehículo**

¿Las vibraciones del vehículo le generan dolor o malestar?

¿En qué parte del cuerpo lo siente?

## **2.6. Variables del estudio**

- ✓ **Variable Dependiente:** Ergonomía de la postura laboral
- ✓ **Variable Independiente:** Implementación de la metodología Rula

## **2.7. Operacionalización de las variables**

La tabla 10 presenta la matriz de operacionalización de la variable independiente, es decir, la aplicación de la metodología RULA, que incluye las dimensiones e indicadores clave para facilitar su análisis y evaluación. Esta matriz permite identificar y medir las posturas inadecuadas, los niveles de riesgo ergonómico y las zonas del cuerpo más afectadas, proporcionando una herramienta precisa para la toma de decisiones en la prevención de riesgos laborales.

Por otro lado, la tabla 11 muestra la matriz de la variable dependiente, enfocada en las condiciones ergonómicas del entorno laboral. Esta matriz detalla las dimensiones e indicadores específicos, tales como postura prolongada, vibraciones, ajuste del asiento y controles, así como la duración y frecuencia de la actividad, permitiendo un análisis más completo y detallado de los factores que impactan la salud y el bienestar de los trabajadores.

Ambas matrices constituyen una base metodológica sólida para la identificación, evaluación y análisis de los riesgos ergonómicos, facilitando la detección de problemas específicos y la formulación de estrategias de mejora efectivas. Esto contribuye no solo a la reducción de trastornos musculoesqueléticos, sino también a la optimización del desempeño laboral y a la mejora continua de las condiciones de trabajo.

**Tabla 10.**

*Matriz de operacionalización de la variable independiente*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones		Indicadores	Escala de medición
Variables independientes: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA RULA	La metodología RULA (Rapid Upper Limb Assessment) es un sistema de evaluación ergonómica que mide el riesgo de lesiones musculoesqueléticas asociadas con posturas, movimientos y fuerzas del miembro superior.	Evaluación sistemática de las posturas laborales de los trabajadores del Garage Municipal utilizando la metodología RULA.	<b>Dimensión 1</b> Identificación de riesgos ergonómicos	Implica el reconocimiento y catalogación de los factores de riesgo ergonómicos presentes en el ambiente laboral.	1.-Número de riesgos ergonómicos identificados	De intervalos
					2.-Gravedad de los riesgos identificados	
					3.-Frecuencia de revisiones de riesgos ergonómicos	
			<b>Dimensión 2</b> Evaluación de posturas laborales	Se refiere a la identificación y análisis de las posturas adoptadas por los trabajadores durante sus actividades laborales. El propósito es determinar el grado de riesgo ergonómico asociado a estas posturas.	4. Número de posturas evaluadas	
					5. Puntuación RULA obtenida por cada postura	
					6. Frecuencia de reevaluaciones ergonómicas	
			<b>Dimensión 3</b> Implementación de mejoras ergonómicas	Abarca las acciones tomadas para mejorar las condiciones ergonómicas basadas en la evaluación previa.	7. Número de mejoras implementadas	
					8. Efectividad de las mejoras implementadas	
					9. Reducción en la frecuencia de problemas ergonómicos	

*Nota.* Elaborado por el autor

**Tabla 11.**

*Matriz de operacionalización de la variable dependiente*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones		Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
Variables dependientes: Condiciones ergonómicas (Reducción de trastornos musculoesqueléticos)	La reducción de trastornos musculoesqueléticos implica disminuir la frecuencia y gravedad de lesiones y molestias asociadas con posturas laborales inadecuadas (Smith & Jones 2020).	Medida en que la aplicación de la metodología RULA reduce la incidencia de trastornos musculoesqueléticos entre los trabajadores del Garage Municipal	<b>Dimensión 1</b> Frecuencia de trastornos:	Se centra en la cantidad de trastornos musculoesqueléticos reportados en un período determinado.	1. Número de trastornos musculoesqueléticos reportados en un período específico	Registros de incidentes, informes mensuales	Conteo
					2. Evaluación de la eficacia de las mejoras ergonómicas implementadas	Check List, observación directa	Conteo
					3. Frecuencia de evaluaciones ergonómicas periódicas	Informes de seguimiento, evaluación periódica	Conteo
			<b>Dimensión 2</b> Severidad de trastornos:	Evalúa la gravedad de los trastornos musculoesqueléticos, clasificando los incidentes en leves, moderados y graves.	4. Informes de salud ocupacional	Informes de accidentes, registros médicos	Escala ordinal
					5. Tasa de trastornos graves vs leves	Análisis de incidentes, registros médicos	Escala ordinal, (Número de trastornos graves / Total de trastornos) x 100
			<b>Dimensión 3</b> Cumplimiento de recomendaciones ergonómicas:	Mide el grado de cumplimiento de las recomendaciones y mejoras ergonómicas implementadas.	6. Capacitación (N° de empleados capacitados)	Registro de asistencias e informes de capacitación	Conteo
					7. Nivel de satisfacción de los participantes	Encuestas y entrevistas	Escala Likert
					8. Adherencia a procedimientos ergonómicos	Auditorias internas y externas	Número de procedimientos cumplidos / Total de procedimientos
					9. Reportes de comportamiento ergonómico	Observaciones directas y reportes de supervisores	Número de comportamientos seguros observados

*Nota.* Elaborado por el autor

## 2.8. Procedimiento para la recolección de los datos

A continuación, en la Tabla 12 mostramos un Esquema de acciones para la recopilación de información de datos propuesto por Herrera et al. (2020), concreto y estructurado que contempla una forma de obtener información que permitió recoger información sobre el riesgo ergonómico, mejorar la calidad de la evaluación de los datos recogidos para facilitar la toma de decisiones en la agenda laboral y la introducción de determinaciones de mejora.

**Tabla 12.**

*Esquema de acciones para la recopilación de información.*

<b>N°</b>	<b>PLAN</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>1</b>	<b>Identificación de variables</b>	Definición de las variables clave para la recolección de datos (posturas, carga postural, riesgos ergonómicos). Creación de los instrumentos de recolección (cuestionarios, observación). Capacitación del equipo de recolección de datos en la aplicación de la herramienta RULA.
<b>2</b>	<b>Observación directa</b>	Realización de observaciones sistemáticas en el lugar de trabajo, registrando posturas adoptadas por los trabajadores durante tareas críticas. Identificación de posibles riesgos posturales mediante la observación de la repetición de tareas y manejo de cargas. Utilización de cámaras o dispositivos de captura de movimiento, si es necesario, para obtener un análisis más detallado de las posturas.

<b>3</b>	<b>Aplicación de cuestionarios</b>	<p>Distribución de cuestionarios a los trabajadores, enfocados en su percepción de las condiciones laborales y posibles molestias musculares.</p> <p>Recolección de datos sobre la percepción de riesgos ergonómicos y el impacto de las tareas diarias en la salud física de los empleados.</p>
<b>4</b>	<b>Evaluación de posturas</b>	<p>Aplicación de la metodología RULA para evaluar las extremidades superiores</p> <p>Comparación de las evaluaciones obtenidas con estándares ergonómicos para identificar niveles de riesgo.</p>
<b>5</b>	<b>Análisis de los datos</b>	<p>Tabulación de los resultados obtenidos tanto de la observación directa como de los cuestionarios.</p> <p>Integración de los resultados en una base de datos (Software SPSS) y realización de análisis estadísticos para identificar patrones de riesgo ergonómico.</p>
<b>6</b>	<b>Presentación de informe final</b>	<p>Elaboración del informe con los resultados de la recolección de datos y el análisis de riesgos ergonómicos.</p> <p>Proposición de recomendaciones de intervención ergonómica para reducir los riesgos posturales y mejorar las condiciones laborales.</p>

---

*Nota.* Elaborado por el autor adaptado de Herrera et al. (2020).

## 2.9. Estrategia para el análisis y comprensión de los datos.

La Tabla 13 expuso la estrategia para el análisis y comprensión de los datos, la cual fue fundamental para poder obtener conclusiones importantes a partir de la información proporcionada por la investigación. Este análisis constituyó un procedimiento sistemático que no solo permitió estructurar y limpiar todos los datos, sino que, al mismo tiempo, facilitó la aplicación de técnicas estadísticas que resaltaron patrones de relación, describiendo las relaciones existentes entre las variables.

Como se indicó anteriormente, la implementación de análisis descriptivos e inferenciales aseguró la obtención de resultados. Estos hallazgos resultaron beneficiosos para la elaboración de sugerencias prácticas; por lo tanto, fue crucial exponerlos a través de gráficos, entre otros formatos, de una forma sencilla que simplificara su entendimiento. Así, se aseguró la relevancia de las conclusiones para tomar decisiones relacionadas con el entorno laboral, contribuyendo de esta manera a incrementar la seguridad y el bienestar de los empleados.

**Tabla 13.**

*Estrategia para el análisis y comprensión de los datos.*

<b>N°</b>	<b>PLAN</b>	<b>ACCIONES</b>
<b>1</b>	<b>Preparación de los datos</b>	Organizar los datos recopilados en un formato estructurado para facilitar el análisis. Realizar limpieza de datos para corregir errores o inconsistencias en la información recopilada.
<b>2</b>	<b>Análisis descriptivo</b>	Aplicar métodos estadísticos descriptivos para resumir los datos e identificar tendencias generales. Utilizar tablas y gráficos para representar visualmente la

información y facilitar la interpretación.

- |          |                                     |  |
|----------|-------------------------------------|--|
| <b>3</b> | <b>Análisis inferencial</b>         | Emplear técnicas de análisis inferencial para evaluar relaciones y diferencias entre variables, utilizando pruebas estadísticas adecuadas.<br><br>Determinar la significancia de los resultados obtenidos a través de análisis de correlación y regresión. |
| <b>4</b> | <b>Interpretación de resultados</b> | Relacionar los hallazgos con las teorías y conceptos previamente definidos en el marco teórico.<br><br>Identificar implicaciones prácticas de los resultados para la mejora de las condiciones laborales y la seguridad de los trabajadores.               |
| <b>5</b> | <b>Presentación de resultados</b>   | Elaborar un informe detallado que incluya análisis, interpretaciones y recomendaciones basadas en los hallazgos.<br><br>Utilizar gráficos y tablas en el informe para facilitar la comprensión de los resultados por parte de los lectores.                |

---

*Nota.* Elaborado por el autor

## CAPÍTULO III

### MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para conseguir resultados relevantes, se realizó un estricto proceso de evaluación ergonómica. Este procedimiento se diseñó para identificar y examinar, a través del método RULA, las posturas laborales de los trabajadores del Garage Municipal de La Libertad.

#### **3.1. Generalidades de la organización**

##### **3.1.2. Reseña histórica**

El Garage Municipal del Cantón La Libertad, inaugurado por Víctor Valdivieso el 28 de Julio de 2022, representa una infraestructura vital para el correcto funcionamiento del municipio. Este sitio, con una superficie de 6,272 metros cuadrados, fue creado para cumplir con las necesidades logísticas y de preservación de la flota que respalda las actividades locales.

El Garage dispone de bodegas y talleres para albergar y proporcionar servicio a vehículos de tamaño tanto elevado como reducido. Entre las actividades realizadas destaca el mantenimiento de la flota de vehículos municipal, que incluye desde unidades de recolección de desechos hasta maquinaria empleada en proyectos públicos y otros servicios esenciales para la comunidad.

Esta infraestructura es considerada un progreso en la actualización y eficacia de la administración municipal, dado que simplifica la utilización de los recursos y posibilita un cuidado centralizado de los bienes. Su edificación se ajustó a la exigencia de un lugar apropiado para la protección y cuidado de estos medios, garantizando que se encuentren en óptimas condiciones para cumplir con las necesidades del cantón y potenciar la calidad de los servicios públicos.

##### **3.1.3. Datos generales de la organización**

El GAD Municipal de La Libertad gestiona funciones ejecutivas y legislativas locales para el desarrollo del cantón. Su matriz es el Palacio Municipal y su representante que es el actual alcalde el Sr. Francisco Tamariz Guerrero, y el responsable de Seguridad Industrial el Ing. Jimmy Chávez Castillo. Tal como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14.**

*Datos Generales del GADMCLL*

---

**DESCRIPCIÓN DE LA INSTITUCIÓN**

---

**Información general.**

• **Razón Social.**

Gobierno Autónomo Descentralizado Del Cantón La Libertad

• **Dirección**

Barrió 28 de mayo Av. Eleodoro Solórzano y calle 11 diagonal Shopping.

**Contactos del representante legal y responsable de la seguridad.**

Representante Legal: Sr. Francisco Tamariz Guerrero

Cel. 0967718355

Correo: [francisco.tamariz@lalibertad.gob.ec](mailto:francisco.tamariz@lalibertad.gob.ec)

Responsable de Seguridad Industrial: Ing. Jimmy Chávez Castillo

Cel. 0999077818

Correo: [jimmy.chavez.castillo@lalibertad.gob.ec](mailto:jimmy.chavez.castillo@lalibertad.gob.ec)

• **Actividad.**

La actividad que tiene el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón La Libertad, es el desempeño de las funciones ejecutivas y legislativas de los órganos y organismos centrales, regionales y locales.

---

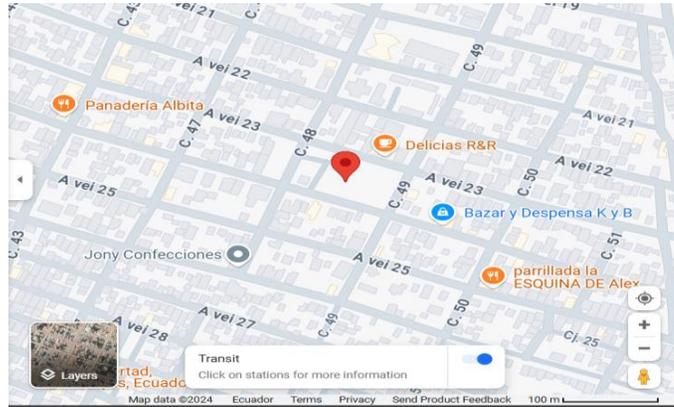
*Nota.* Fuente GADMCLL

**3.1.4. Localización**

En la Figura 7, según el Plan de Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón La Libertad (GADMCLL), este cantón se encuentra ubicado en la provincia de Santa Elena, Ecuador. La Libertad se localiza aproximadamente a una latitud de 2°13' Sur y una longitud de 80°54' Oeste, a nivel del mar, dado su carácter costero. Según datos del GADMCLL, cuenta con una población que supera los 90,000 habitantes, siendo uno de los cantones más urbanos y desarrollados de la provincia.

El Garage del GADMCLL se ubica en el sector La Propicia, en la Av. 29, entre las calles 44 y 46. Este punto estratégico facilita la atención y acceso a los servicios administrativos que brinda a la comunidad, apoyando la gestión territorial y el desarrollo del cantón.

**Figura 7.**  
*Localización Garage - GADMCLL*

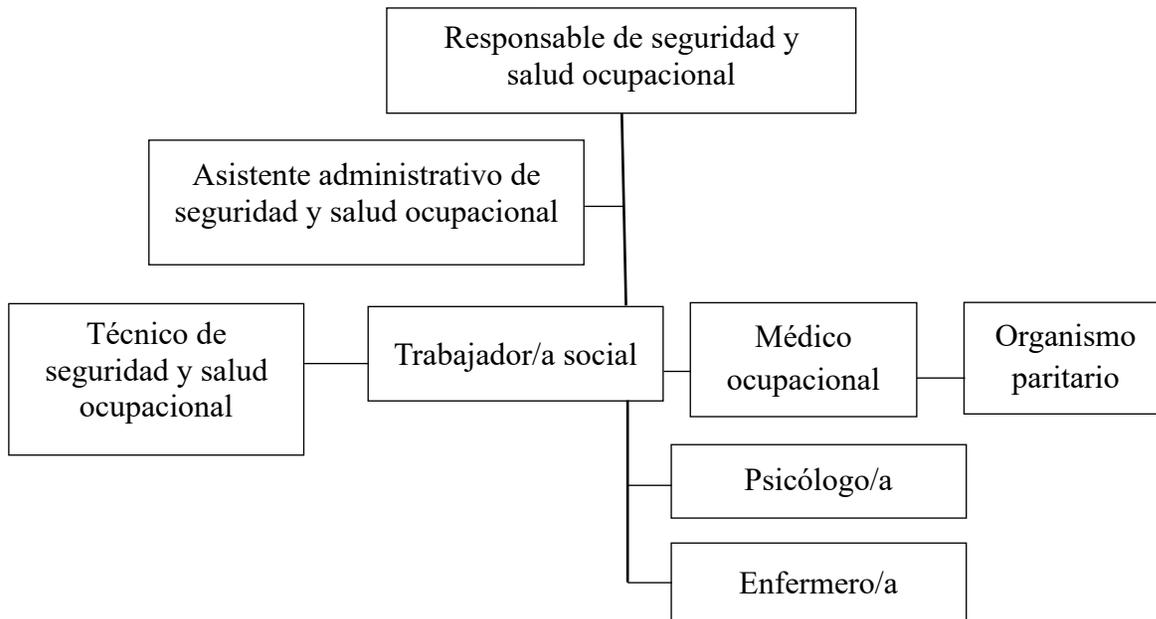


*Nota.* Fuente Google Maps

### 3.1.5. Organigrama

En la Figura 8 muestra el organigrama que representa todos los encargados de la seguridad de los trabajadores de todas las áreas de GADMCLL.

**Figura 8.**  
*Organigrama del Departamento de S&SO*



*Nota.* Fuente. GADMCLL

### **3.2. Etapa 1: Planificación**

Se definieron los objetivos del estudio, se seleccionaron los métodos a utilizar y se elaboró un cronograma de formas de actuar como se detalla en el anexo P. Del 12 al 20 de septiembre de 2024 se definieron los principales objetivos del estudio, y esos objetivos tenían como finalidad la identificación de los factores de riesgo ergonómicos a los que estaban expuestos los conductores de vehículos pesados y livianos mediante el método RULA. Seguidamente, del 20 al 22 de septiembre de 2024, se confirmó la utilidad de este método, de evaluar posturas forzadas y repetitivas, a través de un cuestionario de 20 preguntas.

Ya del 24 al 25 septiembre de 2024 se empleó la fórmula de muestreo para determinar la muestra de 36 personas de un total de 40, con el fin de garantizar una representación adecuada. Las visitas técnicas comenzaron a ser programadas para observar en la población los condicionantes de trabajo de los conductores y fueron programadas entre el 26 y el 31 septiembre de 2024.

Este proceso de planificación siguió en todo caso las pautas metodológicas, enfatizando la importancia de una cuidadosa planificación para garantizar la validez y la calidad en la recolección de datos. Finalmente, las encuestas fueron programadas entre el 10 y el 15 de octubre del 2024, y las visitas técnicas entre el 15 y el 18 de octubre de 2024, lo que permitió organizar adecuadamente las distintas fases del estudio y manejar correctamente el tiempo.

#### **3.2.1. Fase 2: Selección de la metodología (RULA)**

La metodología RULA ha sido elegida como la más adecuada para valorar las posturas de trabajo de los empleados, concentrándose especialmente en las extremidades superiores, el cuello y el tronco. Se basa en las particularidades laborales de los conductores, quienes frecuentemente adoptan posiciones que pueden perjudicar su salud. El método Rula ha sido certificada en base a las normas ISO 11226 e ISO 45001-2018, asegurando así que las evaluaciones sean exactas y estandarizadas.

La norma ISO 11226 ofrece pautas para la valoración de posturas, mientras que la norma ISO 45001-2018 define un marco para la gestión de la salud y la seguridad en el ambiente de trabajo. Esto recalca la importancia de utilizar metodologías validadas que permitan identificar y

clasificar de forma eficaz los riesgos asociados a las posturas laborales. Además, estudios como Gómez-Galán et al., (2020) han destacado la eficacia de este en el ámbito de la ergonomía, lo cual respalda su uso en nuestro estudio.

Cuanto mayor sea el riesgo para el empleado, mayor será el valor final. Un valor de 1 indica un riesgo insignificante y un valor máximo de 7 indica un riesgo muy alto. La calificación se divide en cuatro rangos de valores, a cada uno de los cuales se le asigna un nivel de desempeño. Cada nivel establece un nivel de riesgo y recomienda acciones para la actitud que se evalúa, en la tabla 15 se estableció la calificación basada en el Método Rula.

**Tabla 15.**  
*Calificación Método Rula*

<b>Puntuación</b>	<b>Nivel</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Actuación</b>
1 a 2	1	Aceptable	No es necesaria actuación.
3 a 4	2	Medio	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio.
5 a 6	3	Alto	Se requiere el rediseño de la tarea. Es necesaria la actuación.
7	4	Muy alto	Se requieren cambios urgentes en la tarea. Es necesaria la actuación de inmediato.

*Nota.* Fuente. Software Ergonauta

### **3.2.2. Fase 3: Selección de la muestra**

Se estableció la población total de la investigación, que comprendió a 40 empleados del Garage (conductores de vehículos de peso y ligero). Mediante el uso de la fórmula, se eligió una muestra de 36 empleados para asegurar una representación apropiada dentro de los conductores del Garage.

### **3.2.3. Fase 4: Consideración de Normativas**

El estudio cumplió con las normativas internacionales, incluyendo:

a.- La ISO 11226, 11227, 11228; para posturas estática

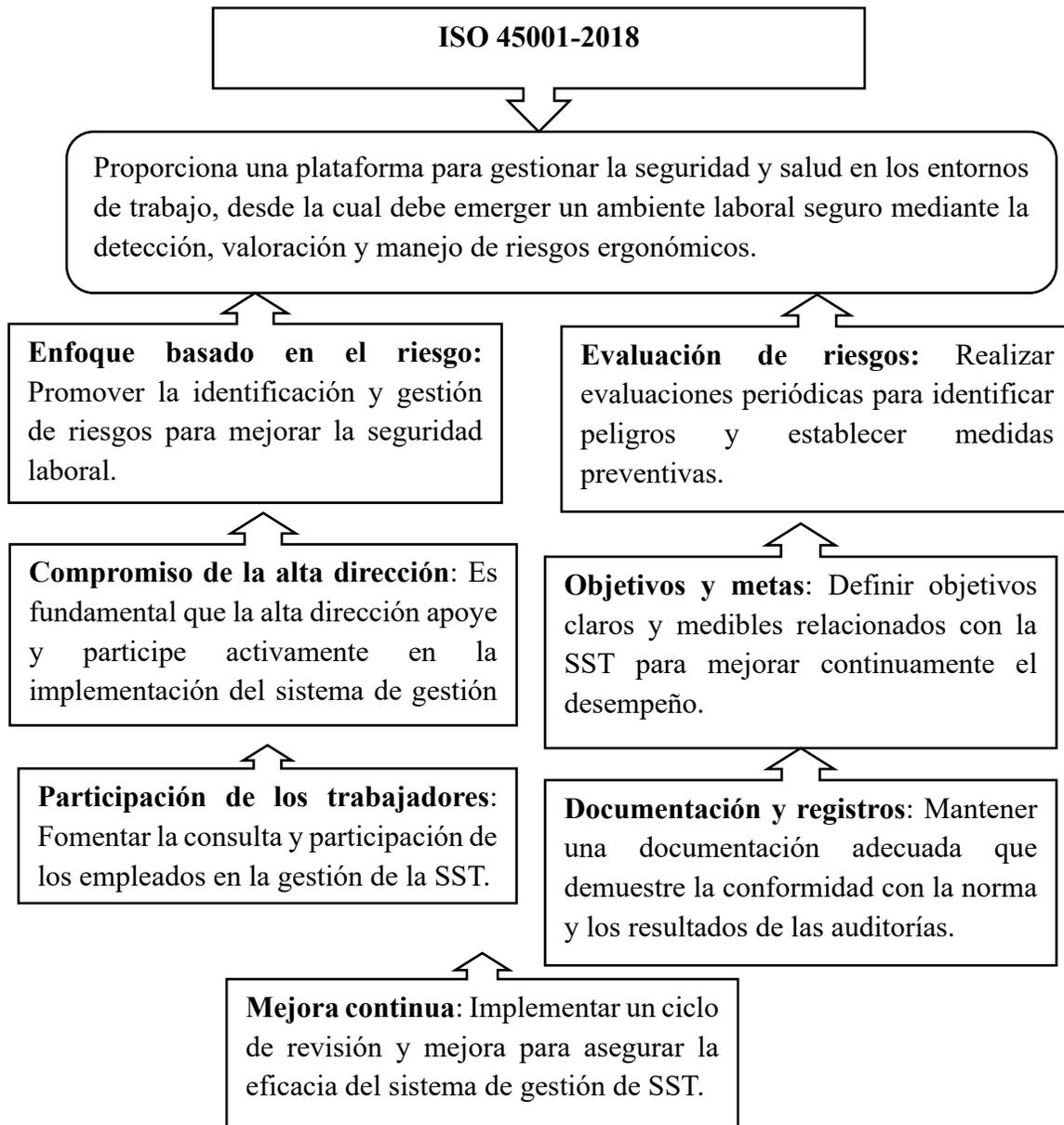
b.- la ISO 45001-2018; Gestión de seguridad y salud en el trabajo.

### 3.2.3.1. Criterios de las normativas

En la Figura 9, podemos observar los que nos ofrece la normativa ISO 45001-2018 para su aplicación.

**Figura 9.**

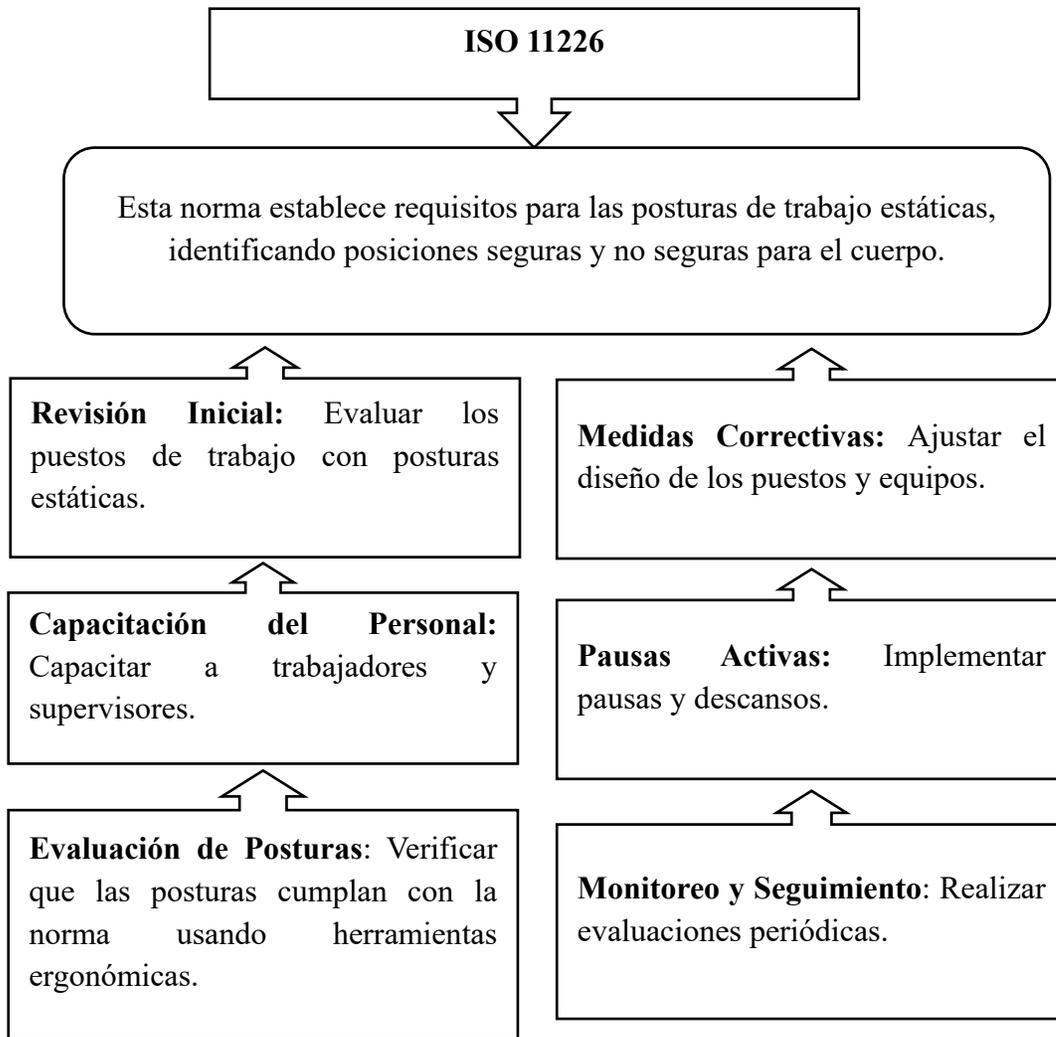
*Criterios de la Normativa ISO 45001-2018*



*Nota.* Elaborado por el autor

En la Figura 10, podemos observar los que nos ofrece la normativa 11226 para su aplicación. Estas normas guiaron tanto la evaluación de los riesgos como el diseño de las intervenciones preventivas y correctivas.

**Figura 10.**  
*Criterios de la Normativa 11226*



*Nota.* Elaborado por el autor

### 3.2.4. Identificación del problema.

La evaluación ergonómica del Garaje Municipal de la Libertad reveló que los trabajos de los conductores de vehículos pesados y ligeros corrían riesgo de sufrir graves riesgos posturales debido a la falta de ajustes ergonómicos. Sus posturas habituales e incómodas durante las horas de

trabajo, que a menudo duraban más de ocho horas, elevaban significativamente su susceptibilidad a sufrir trastornos musculoesqueléticos. Se encontró que las cabinas de los vehículos carecían de elementos ajustables que ayudaran a mantener una postura saludable, lo que provocaba dolores repetidos en la zona lumbar, el cuello y las extremidades superiores.

La metodología Rula y otras herramientas de recopilación de datos demostraron que el nivel de riesgo era significativamente alto, particularmente en los trabajadores que operan vehículos grandes como camiones de carga y retroexcavadoras. Se evidenció una mala postura debido a asientos incorrectos, la disposición de los controles y la exigencia de emplear herramientas manuales durante el mantenimiento y manejo de los vehículos. Adicionalmente, se notó que las labores de carga y descarga manuales requerían un esfuerzo físico desmedido, lo que ocasionaba un incremento en la presión sobre las articulaciones y los músculos de los empleados. Esta interpretación facilitó la comprensión de la envergadura del problema y la asignación de prioridades a las acciones requeridas para optimizar las condiciones ergonómicas en el Garage Municipal.(Gómez-Galán et al., 2020).

La identificación del problema se llevó a cabo mediante: (a) análisis de cómo las posturas identificadas afectaban a los trabajadores. (b) comparación de los resultados ejecutados en dos softwares diferentes y (c) la magnitud del problema para dar prioridad a las intervenciones requeridas.

### **3.3. Etapa 2: Recolección de datos.**

#### **3.3.1. Fase 1: Observación directa**

Se realizó una revisión detallada de los empleados en sus tareas. Se notó una amplia gama de vehículos empleados en el garage, incluyendo seis volquetas, cuatro retroexcavadoras, una excavadora, una motoniveladora, ocho recolectores, dos miniexcavadoras y un rodillo liso, clasificados como vehículos pesados. Asimismo, se consideraron vehículos livianos, tales como quince camionetas, dos camiones y una barredora 4x2 Tm Diesel.

La variedad de vehículos que se observaron fue crucial para entender las distintas posturas y movimientos de los trabajadores en sus labores. Cada tipo de vehículo tiene características particulares que pueden afectar la ergonomía de las posturas elegidas. Por ejemplo, la altura y el

diseño de las cabinas en los camiones pesados afectaron negativamente la postura de los conductores, mientras que los vehículos más ligeros demandaron ajustes y técnicas de conducción diferentes.

Durante el proceso de observación, se utilizó la metodología RULA para identificar posturas que presentaban un riesgo ergonómico considerable. Se documentaron varias posiciones de los trabajadores, asignándoles puntajes conforme a la metodología RULA para valorar el riesgo relacionado con cada postura, incluyendo la evaluación de la postura de la espalda, el uso de las extremidades superiores y la posición del cuello. Esta evaluación fue crucial para identificar áreas donde se podían realizar mejoras en las prácticas laborales y sugerir modificaciones que reduzcan el riesgo de lesiones. Con el fin de registrar las observaciones, se añadieron imágenes en la sección de anexos que facilitan un análisis más detallado en las fases posteriores de la investigación.

### **3.3.2. Fase 2: Aplicación del Cuestionario Nórdico (NMQ) y Encuestas**

Se aplicó el Cuestionario Nórdico y encuestas a los trabajadores para identificar posibles molestias musculoesqueléticas. Los resultados del cuestionario proporcionaron información valiosa sobre las áreas del cuerpo más afectadas, complementando los datos obtenidos mediante la observación directa.

#### **3.3.2.1. Encuestas**

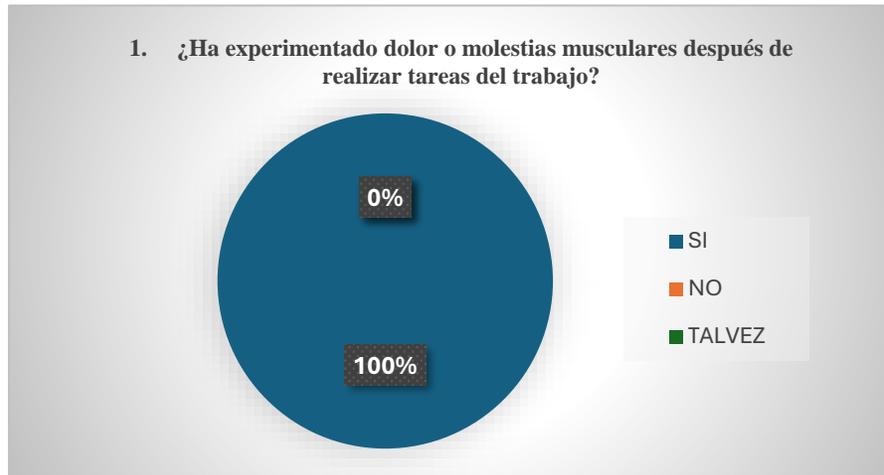
Se optó por el uso de Google Forms (Formularios de Google) para realizar las respectivas preguntas enfocado en la parte del estudio ergonómico, además que sirvió para no causar malestar en su jornada laboral.

#### **PREGUNTA 1**

¿Ha experimentado dolor o molestias musculares después de realizar tareas del trabajo?

Este análisis revela una elevada prevalencia de problemas físicos entre los empleados, lo que podría sugerir problemas ergonómicos o posturales vinculados con las labores que llevan a cabo en el Garage, tal como se muestra en la Figura 11. La circunstancia es alarmante, pues indica que todo el equipo podría estar en peligro de padecer trastornos de salud musculoesquelético.

**Figura 11.**  
*Respuesta Pregunta 1*



**PREGUNTA 2**

¿Se reportan con frecuencia incidentes relacionados con el malestar físico en su lugar de trabajo?

La Figura 12 nos muestra que todos los empleados reconocen la presencia habitual de incidentes de incomodidad física en el entorno laboral. El 100% de coincidencia en esta respuesta subraya que los problemas de salud asociados a la ergonomía son habituales y posiblemente graves.

**Figura 12.**  
*Respuesta Pregunta 2*

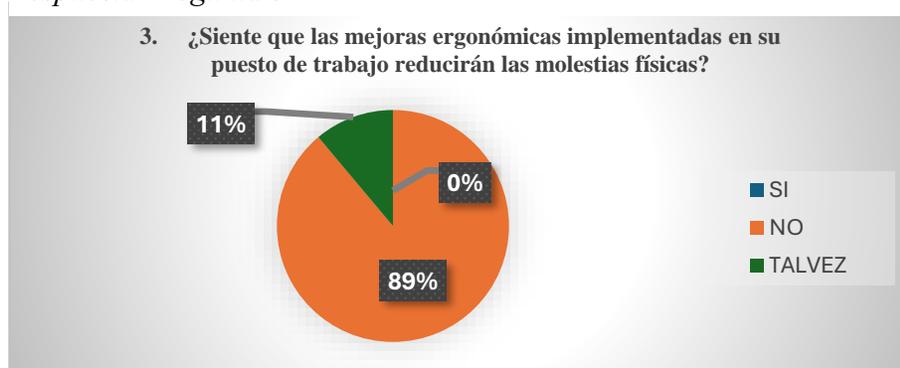


### PREGUNTA 3

¿Siente que las mejoras ergonómicas implementadas en su puesto de trabajo reducirán las molestias físicas?

La figura 13 revela que, aunque el 89% de los encuestados no considera que las mejoras en la ergonomía en el lugar de trabajo disminuyan el malestar físico, un 11% responde tal vez, lo que sugiere que estas medidas parecen tener poco o ningún impacto.

**Figura 13.**  
*Respuesta Pregunta 3*



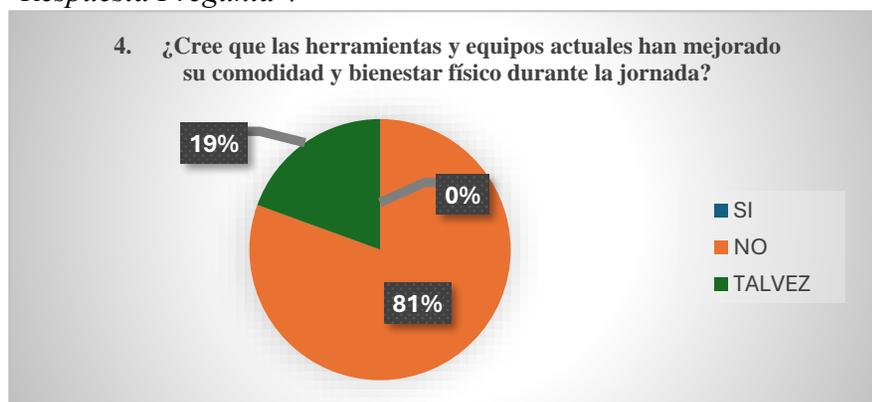
*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 4

¿Cree que las herramientas y equipos actuales han mejorado su comodidad y bienestar físico durante la jornada?

En la Figura 14 muestra que el 81% de los encuestados considera que las herramientas y equipos que utilizan actualmente no contribuyen a su comodidad o bienestar físico en el trabajo, mientras que el 19% tiene dudas sobre su efectividad.

**Figura 14.**  
*Respuesta Pregunta 4*



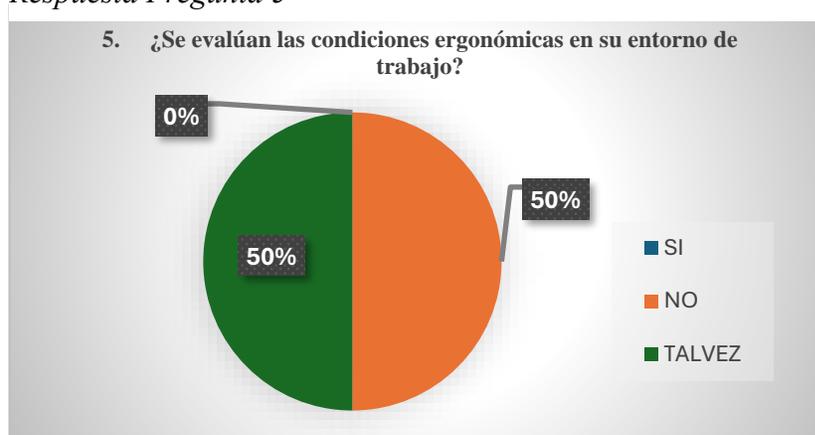
*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 5

¿Se evalúan las condiciones ergonómicas en su entorno de trabajo?

En la Figura 15 indica que el 50% de los encuestados considera que las condiciones ergonómicas no son tenidas en cuenta en su lugar de trabajo, mientras que el 50% restante responde tal vez, lo que refleja dudas e incertidumbres sobre la presencia de evaluaciones ergonómicas formales.

**Figura 15.**  
*Respuesta Pregunta 5*



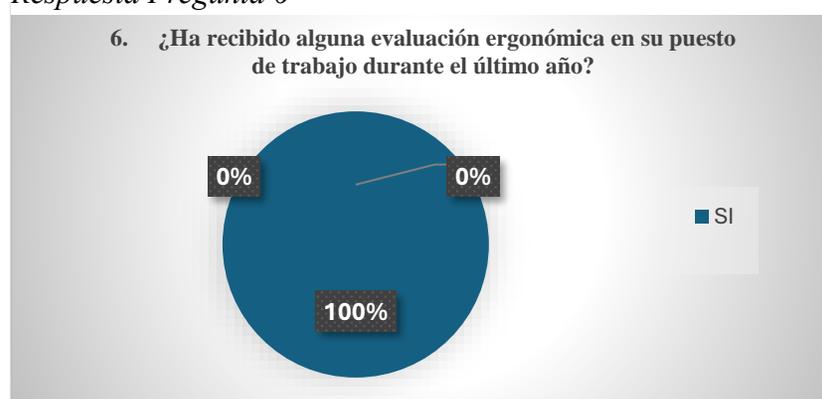
*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 6

¿Ha recibido alguna evaluación ergonómica en su puesto de trabajo durante el último año?

La Figura 16 indica que el 50% de los encuestados considera que las condiciones ergonómicas no son tenidas en cuenta en su lugar de trabajo, mientras que el 50% restante responde tal vez.

**Figura 16.**  
*Respuesta Pregunta 6*



*Nota.* Elaborado por el autor

## PREGUNTA 7

¿Ha informado a su supervisor o área de salud ocupacional sobre dolores o molestias relacionados con su trabajo?

En la Figura 17 nos indica que todos los trabajadores reconocen que no informan a su supervisor sobre dolores o molestias relacionados con su trabajo. La coincidencia en esta respuesta que es del 100% resalta que existe poca comunicación entre trabajadores y el supervisor.

**Figura 17.**  
*Respuesta Pregunta 7*



*Nota.* Elaborado por el autor

## PREGUNTA 8

¿Siente que los informes de salud ocupacional han resultado en cambios que mejoran su bienestar físico?

En la Figura 18 nos indica que todos los trabajadores sienten que los informes de salud ocupacional han mejorado su bienestar físico. Esta respuesta que es del 100% resalta que existe confianza de parte de los trabajadores.

**Figura 18.**  
*Respuesta Pregunta 8*



*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 9

¿Ha sufrido algún trastorno físico que considere grave debido a posturas o esfuerzos durante el trabajo?

En la Figura 19 muestra que el 92% de los encuestados no han sufrido algún trastorno físico considerado grave debido a posturas y esfuerzos durante el trabajo, mientras que el 8% si ha tenido trastorno físico grave.

**Figura 19.**  
*Respuesta Pregunta 9*



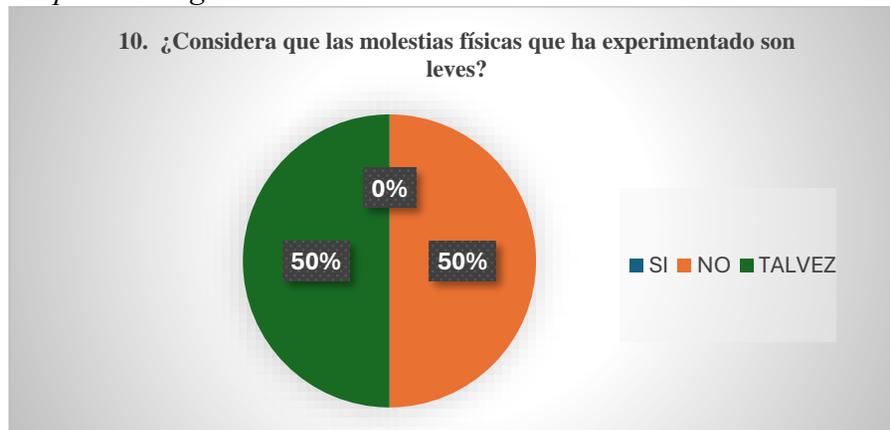
*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 10

¿Considera que las molestias físicas que ha experimentado son leves?

En la Figura 20 indica que el 50% de los encuestados considera que las molestias físicas experimentadas em el trabajo son leves, mientras que el 50% restante corresponde a la respuesta no.

**Figura 20.**  
*Respuesta Pregunta 10*



*Nota.* Elaborado por el autor

## PREGUNTA 11

¿Ha recibido capacitación ergonómica sobre cómo adoptar posturas correctas en su puesto de trabajo?

En la Figura 21 nos indica que todos los trabajadores no han sido capacitados sobre como adoptar posturas correctas en su puesto de trabajo. La coincidencia en esta respuesta que es del 100% resalta que existe escasa capacitaciones ergonómicas.

**Figura 21.**  
*Respuesta Pregunta 11*



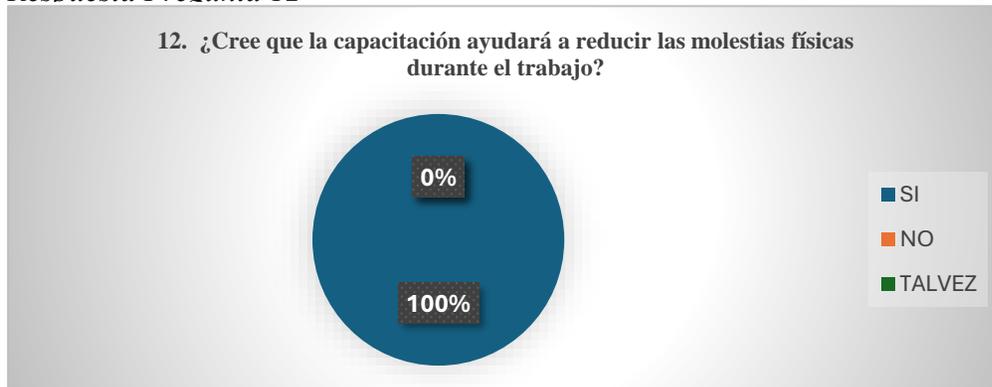
*Nota.* Elaborado por el autor

## PREGUNTA 12

¿Cree que la capacitación ayudará a reducir las molestias físicas durante el trabajo?

En la Figura 22 nos indica que todos los trabajadores creen que las capacitaciones ayudarán a reducir molestias físicas durante el trabajo. Esta respuesta que es del 100% resalta que existe confianza de parte de los trabajadores hacia el departamento de seguridad y salud ocupacional del GADMCLL.

**Figura 22.**  
*Respuesta Pregunta 12*



*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 13

¿Considera necesario recibir información sobre ergonomía en su entorno laboral?

En la Figura 23 nos indica que todos los trabajadores consideran necesario recibir información sobre ergonomía en su entorno laboral. Esta respuesta que es del 100% confirma que no todos tienen conocimiento del tema.

**Figura 23.**  
*Respuesta Pregunta 13*



*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 14

¿Cree que las medidas ergonómicas que se implementarán mejorarán su desempeño y comodidad en el trabajo?

En la Figura 24 nos indica que todos los trabajadores creen que las medidas ergonómicas que se implementarán mejorarán su desempeño y comodidad en el trabajo.

**Figura 24.**  
*Respuesta Pregunta 14*



*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 15

¿Adoptará los procedimientos ergonómicos que se le recomendará durante su trabajo diario?

En la Figura 25 nos indica que el 50% de los encuestados adoptará los procedimientos ergonómicos que se le recomendará durante su trabajo diario, mientras que el 50% restante indicó que no tomará en cuenta las recomendaciones.

**Figura 25.**  
*Respuesta Pregunta 15*



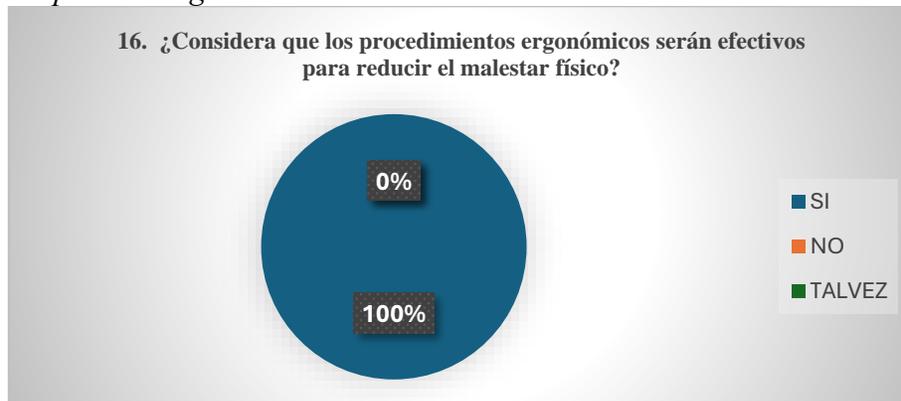
*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 16

¿Considera que los procedimientos ergonómicos serán efectivos para reducir el malestar físico?

En la Figura 26 nos indica que todos los trabajadores consideran que los procedimientos ergonómicos serán efectivos para reducir el malestar físico. Esta respuesta que es del 100% confirma que todos tienen las perspectivas de reducir molestias físicas.

**Figura 26.**  
*Respuesta Pregunta 16*



*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 17

¿Ha recibido retroalimentación de sus supervisores sobre su postura o el uso de equipos ergonómicos?

En la Figura 27 nos indica que todos los trabajadores no han recibido retroalimentación de sus supervisores. La coincidencia en esta respuesta que es del 100% resalta que el cronograma de capacitaciones se ejecuta, pero no hacen un seguimiento de campo.

**Figura 27.**

*Respuesta Pregunta 17*



*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 18

¿Considera que su comportamiento en relación con la ergonomía mejorará con la implementación de medidas ergonómicas?

En la Figura 28 nos indica que todos los trabajadores consideran que los comportamientos en relación con ergonomía mejorarán con la implementación de medidas ergonómicas.

**Figura 28.**

*Respuesta Pregunta 18*



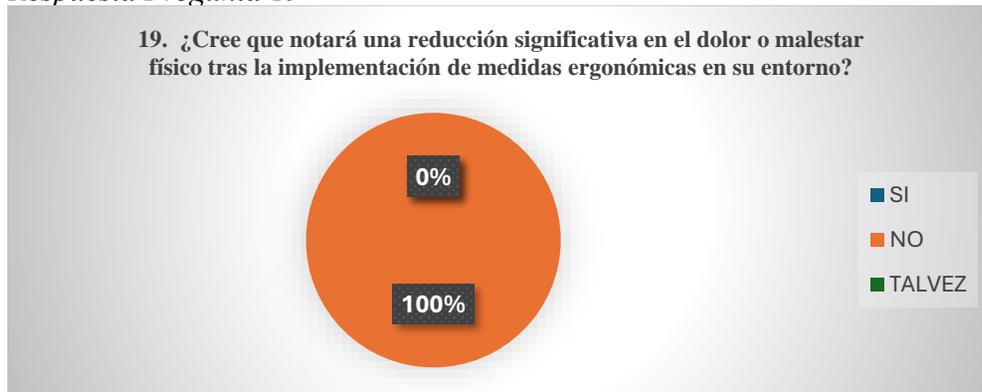
*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 19

¿Cree que notará una reducción significativa en el dolor o malestar físico tras la implementación de medidas ergonómicas en su entorno?

En la Figura 29 nos indica que todos creen que no notaran una reducción significativa en el dolor o malestar físico tras la implementación de medidas ergonómicas en su entorno. El 100% confirma esa pregunta.

**Figura 29.**  
*Respuesta Pregunta 19*



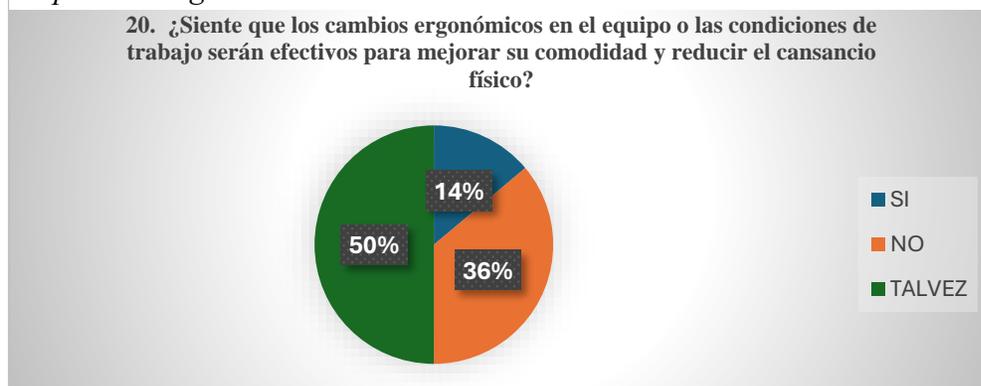
*Nota.* Elaborado por el autor

### PREGUNTA 20

¿Siente que los cambios ergonómicos en el equipo o las condiciones de trabajo serán efectivos para mejorar su comodidad y reducir el cansancio físico?

La Figura 30 presenta los resultados sobre la efectividad de los cambios ergonómicos para mejorar la comodidad y reducir el cansancio físico. El 50% de los participantes respondió tal vez, el 36% no y solo el 14% sí.

**Figura 30.**  
*Respuesta Pregunta 20*



*Nota.* Elaborado por el autor

### 3.3.2.1. Cuestionario Nórdico (NMQ)

El Anexo C presenta los hallazgos del cuestionario nórdico (NMQ). Esta tabla refleja de manera precisa la regularidad de las respuestas de los participantes respecto a las dificultades musculoesqueléticas en diversas áreas de sus cuerpos. La información muestra la prevalencia del malestar en diversas áreas, lo que facilita la identificación de las áreas más impactadas y, en consecuencia, las áreas de riesgo postural que requieren intervención ergonómica para potenciar la salud laboral de los empleados.

La Tabla 16 muestra la Prevalencia del Dolor Musculoesquelético por Región Corporal, siendo el cuello el principal foco de registro, con un total de 58% de los casos reportados en el año pasado. Respecto al área baja de la espalda, se contabilizaron el 31% de los casos en el último 7 días y 33% en el último año. Los codos y las muñecas presentaron menos molestias, con 31% y 8% de los casos respectivamente, mientras que las caderas y los muslos reportaron el 17% y 11%.

**Tabla 16.**

*Prevalencia de Dolor Musculoesquelético por Región Corporal*

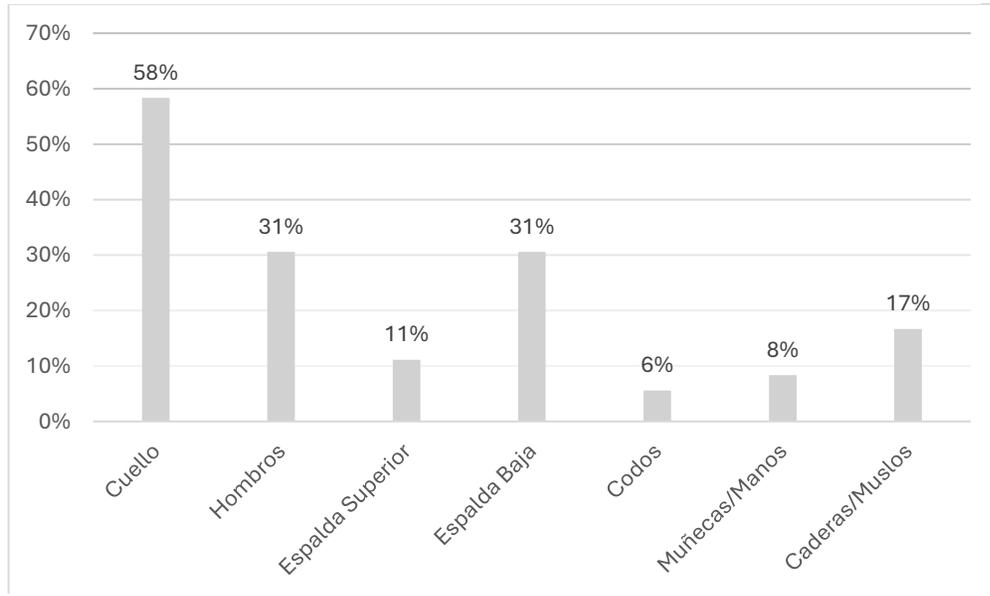
Región Corporal	Participantes con dolor (últimos 12 meses)	Participantes con dolor (últimos 7 días)
Cuello	58%	36%
Hombros	31%	8%
Espalda Superior	11%	8%
Espalda Baja	31%	33%
Codos	6%	0%
Muñecas/Manos	8%	6%
Caderas/Muslos	17%	11%

*Nota.* Elaborado por el autor

Los gráficos de barras independientes presentados en las Figuras 31 y 32 son muy adecuados para observar, de una manera clara y precisa, la frecuencia de uso del dolor en distintas localizaciones corporales evaluadas por los participantes, de modo que el gráfico correspondiente a los últimos 7 días y 12 meses son diferentes. Ambas gráficas indican que el cuello y la parte baja de la espalda son las localizaciones que tienen una utilización de dolor más importante, es decir, existe una menor tendencia hacia la parte alta de la espalda o la parte posterior de las piernas,

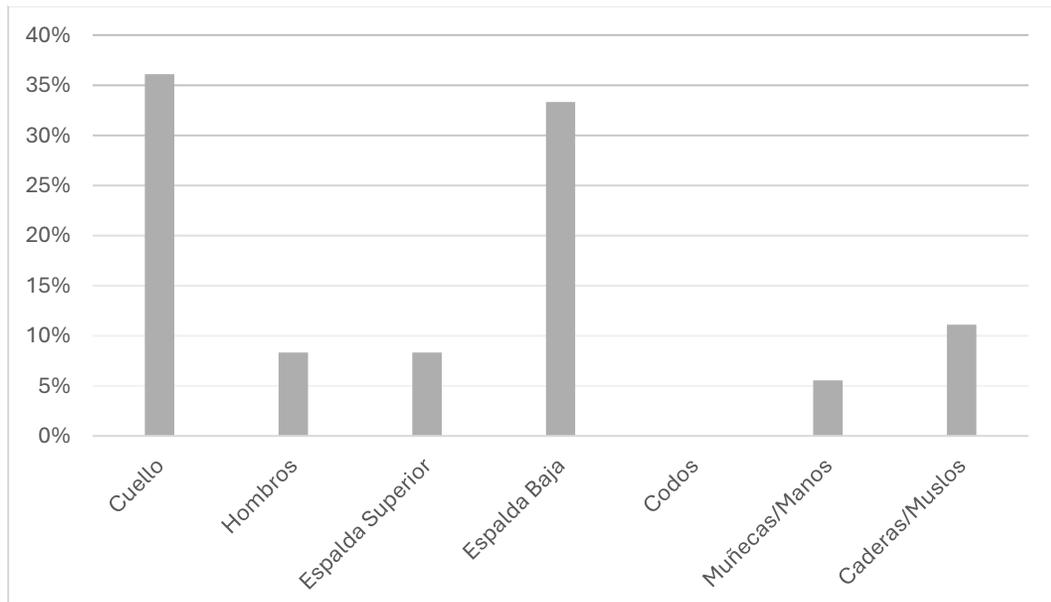
sugerencias que se interpretan de una manera en la que las molestias musculoesqueléticas son las más frecuentes.

**Figura 31.**  
*Participantes con dolor (últimos 12 meses)*



*Nota.* Elaborado por el autor

**Figura 32.**  
*Participantes con dolor (últimos 7 días)*



*Nota.* Elaborado por el autor

La tabla 17, a continuación, muestra la cantidad de participantes que han sentido un impacto en su capacidad para trabajar debido a molestias en diferentes partes del cuerpo en los últimos 12 meses. La información está organizada por zona corporal, especificando cuántos participantes se han visto afectados en cada área.

**Tabla 17.**

*Impacto en el Trabajo por Región Corporal*

Región Corporal	Participantes afectados en el trabajo (últimos 12 meses)
Cuello	21
Hombros	11
Espalda Superior	4
Espalda Baja	11
Codos	2
Muñecas/Manos	3
Caderas/Muslos	6

*Nota.* Elaborado por el autor

En anexo E se presenta la flota vehicular, seguido del anexo F que presenta los factores ergonómicos que afectan diferentes partes del cuerpo de los trabajadores mientras conducen, organizados en tres categorías: Postura Prolongada, Uso Prolongado del Volante y Vibraciones del Vehículo. Estos factores pueden ser responsables de la aparición de molestias en varias áreas del cuerpo, de acuerdo con la información proporcionada por cada uno.

De la misma manera se observa las respuestas sobre el impacto ergonómico al conducir, la tabla 18 muestra las áreas más afectadas en los empleados del Garage Municipal de La Libertad, como son la espalda baja y el cuello. La razón se debe principalmente a la postura prolongada con el 42% en la espalda baja y las vibraciones del vehículo con el 19% en el cuello. También, la conducción prolongada del automóvil afecta significativamente las manos con el 36%. Por lo tanto, estos resultados destacan la necesidad de introducir medidas ergonómicas para disminuir tales condiciones.

**Tabla 18.***Resumen del impacto ergonómico al conducir*

<b>Impacto Ergonómico al conducir</b>			
Postura Prolongada	Espalda Baja	15	42%
	Cuello	8	22%
	Hombro	2	6%
Vibraciones del vehículo	Cuello	7	19%
	Espalda Baja	5	14%
	Hombro	2	6%
Uso prolongado del volante	Manos	13	36%

*Nota.* Elaborado por el autor

Por otra parte, al observar la Tabla 19, se puede afirmar que las condiciones laborales de los trabajadores de la Municipalidad de La Libertad en el Garage son causantes de molestias específicas. El 56% de los empleados siente dolores en la espalda baja por mantener posturas largas, el 39% siente molestias en las manos por estar en contacto permanente con el volante, y el 36% sufre dolores en el cuello por las vibraciones del vehículo. Estos resultados muestran la importante necesidad de implementar mejoras en ergonomía de estos tres puntos más afectados.

**Tabla 19.***Factores de conducción que afectan la salud musculoesquelética*

<b>Factor Evaluado</b>	<b>Participantes Afectados (Sí)</b>	<b>Región Corporal más afectada</b>
Postura prolongada	56%	Espalda Baja
Uso prolongado del volante	39%	Manos
Vibraciones del vehículo	36%	Cuello

*Nota.* Elaborado por el autor

### 3.4. Confiabilidad y validez de los instrumentos de investigación utilizados

#### 3.4.1. Análisis de confiabilidad

Para evaluar la confiabilidad del instrumento de recolección de datos, se aplicó una encuesta a 36 participantes. El cuestionario constó de 20 preguntas cuyo objetivo era recabar información sobre el estado actual de las condiciones ergonómicas y posturales del trabajo diario del participante. Cada pregunta tenía opciones de respuesta del tipo ordinal: “Sí”, “No” y “Tal vez”. Esto permitió identificar diferentes niveles de percepción sobre los múltiples aspectos del entorno de trabajo. Se presenta el proceso de análisis de confiabilidad utilizando el software SPSS, Hernández – Sampieri, (2014) señala que el programa estadístico SPSS (Paquete estadístico para las ciencias sociales), es uno de los softwares más empleados pertenecientes a IBM. Dispone de un amplio abanico de análisis estadísticos, es compatible con los sistemas operativos más utilizados, y su forma de trabajo es simple, ya que permite visualizar adecuadamente una matriz de datos. En el cual el investigador o usuario escoge las opciones más correspondientes.

En la figura 33, se muestra la información cargada en el sistema estadístico SPSS, los cuales corresponden a las respuestas de cada uno de los participantes por ítem de cuestionario. Se estableció las 20 preguntas por código (P1- P20), dando valores de 1 si es Sí, 2 si es No y 3 si es Tal vez, todos serán de tipo numérico y en etiqueta irán las preguntas que fueron dadas en las encuestas.

**Figura 33.**

*Información cargada en el sistema estadístico SPSS*

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	P1	Numérico	8	0	1.- ¿Ha experi...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
2	P2	Numérico	8	0	2.- ¿Se reporta...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
3	P3	Numérico	8	0	3.- ¿Siente que...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
4	P4	Numérico	8	0	4.- ¿Cree que L...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
5	P5	Numérico	8	0	5.- ¿Se evalúan...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
6	P6	Numérico	8	0	6.- ¿Ha recibido...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	P7	Numérico	8	0	7.- ¿Ha inform...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
8	P8	Numérico	8	0	8.- ¿Siente que...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
9	P9	Numérico	8	0	9.- ¿Ha sufrido ...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	P10	Numérico	8	0	10.- ¿Consider...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	P11	Numérico	8	0	11.- ¿Ha recib...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
12	P12	Numérico	8	0	12.- ¿Cree que...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
13	P13	Numérico	8	0	13.- ¿Consider...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
14	P14	Numérico	8	0	14.- ¿Cree que...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
15	P15	Numérico	8	0	15.- ¿Adoptará l...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
16	P16	Numérico	8	0	16.- ¿Consider...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
17	P17	Numérico	8	0	17.- ¿Ha recibid...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
18	P18	Numérico	8	0	18.- ¿Consider...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
19	P19	Numérico	8	0	19.- ¿Cree que...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada
20	P20	Numérico	8	0	20.- ¿Siente qu...	{1, 'SI'}...	Ninguna	8	Derecha	Ordinal	Entrada

*Nota.* Tomado del Software SPSS

En la Tabla 20 se detalla los rangos y coeficiente de confiabilidad, esta tabla fue utilizada para verificar los rangos en términos del grado de confiabilidad con el que se realizaba la medición. Los valores de la tabla resumen los análisis indicando si el instrumento efectivamente se comportaba con los grados de confiabilidad aceptables.

**Tabla 20.**  
*Rangos y coeficiente de confiabilidad*

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

*Nota.* Elaborado por el autor

En la Tabla 21 se refleja el resumen del procesamiento de casos con SPSS 19.0, se muestra la totalidad de casos procesados, total de casos válidos que es igual al total de casos y no hay casos excluidos.

**Tabla 21.**  
*Procesamiento de casos*

<b>Resumen de procesamiento de casos</b>			
		N	%
Casos	Válido	36	100.0
	Excluido	0	.0
	Total	36	100.0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

*Nota.* Tomado de IBM SPSS Statistics

En la Tabla 22 se evidencia el análisis de confiabilidad mediante el alfa de Cronbach, el cual tiene un valor de 0.813, indicando muy buena confiabilidad. Este resultado indica que los

ítems del cuestionario tienen alta consistencia interna y son adecuados para medir el constructo en estudio.

**Tabla 22.**

*Fiabilidad por el coeficiente Alfa de Cronbach*

<b>Estadísticas de fiabilidad</b>		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.813	.750	36

*Nota.* Tomado de IBM SPSS Statistics

### 3.4.1.1. Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación.

Para aplicar la prueba estadística del coeficiente de Pearson, primero se formulan las hipótesis de investigación en función de las variables de estudio identificadas.

**VI:** Implementación de la metodología rula

**VD:** Ergonomía de la postura laboral

Hipótesis Nula H0: La implementación de la metodología RULA en el Garage Municipal de La Libertad no tiene un efecto significativo en la mejora de la ergonomía de la postura laboral de los trabajadores. Hipótesis Alternativa H1: La implementación de la metodología RULA en el Garage Municipal de La Libertad tiene un efecto significativo en la mejora de la ergonomía de la postura laboral de los trabajadores.

Así es como se establecen los datos descriptivos de los resultados de la recolección de los datos de cada dimensión establecida a partir de Minitab 19, tal y como se puede observar en la Tabla 23.

**Tabla 23.**

*Datos estadísticos descriptivos del instrumento*

Variable	N	Media	Desv.Est.	Mínimo	Máximo
D1	36	2.111	0.319	2.000	3.000
D2	36	2.500	0.507	2.000	3.000

D3	36	2.500	0.507	2.000	3.000
----	----	-------	-------	-------	-------

*Nota.* Fuente. Obtenido mediante programa SPSS 25

### 3.4.2. Aplicación del método Pearson

El Coeficiente de Correlación de Pearson es una prueba estadística paramétrica, comúnmente utilizada en las investigaciones para analizar la relación de dos variables, la tabla 24 muestra el Coeficiente de Correlación de Pearson que tiene un rango que puede llegar de -1 a +1, calculado a partir de las puntuaciones de los resultados de una muestra en la que la puntuación de una variable es la misma que la de la otra variable a investigar en el sujeto (Hernández Sampieri, 2014).

**Tabla 24.**  
*Coeficientes de correlación Pearson*

<b>Coeficiente (r)</b>	<b>Interpretación de la Correlación de Pearson</b>
-1	<b>Correlación negativa Pésima</b>
-0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.75	Correlación negativa considerable
-0.50	Correlación negativa media
-0.25	Correlación negativa débil
-0.10	Correlación negativa muy débil
0	No existe correlación alguna entre las variables
0.10	Correlación positiva muy débil
0.25	Correlación positiva débil
0.50	Correlación positiva media
0.75	Correlación positiva considerable
0.90	Correlación positiva muy fuerte
1	<b>Correlación positiva Perfecta</b>

*Nota.* Elaborado por el autor adaptado de (Hernández Sampieri, 2014)

La tabla 25 muestra una correlación de Pearson de 0.646 entre la variable dependiente (VD) y la independiente (VI), lo que indica una correlación positiva moderada. La significancia de  $< 0.001$  confirma que esta relación es estadísticamente significativa al nivel de 0.01 (bilateral), lo que respalda la validez del análisis de la postura laboral en el contexto estudiado.

**Tabla 25.**  
*Coefficiente de correlación de Pearson*

		<b>Correlaciones</b>	
		VD	VI
VD	Correlación de Pearson	1	.646**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	36	36
VI	Correlación de Pearson	.646**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	36	36

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*Nota.* Tomado de IBM SPSS Statistics

### **3.4. Fase 3: Registro de la Información**

Toda la información recolectada fue registrada en una base de datos organizada. Los resultados de RULA y del Cuestionario Nórdico fueron clasificados según el nivel de riesgo, lo que permitió priorizar las áreas que requerían intervención inmediata. Los casos de mayor riesgo se documentaron para un análisis más profundo.

#### **3.4.2.1. Organización de la Base de Datos**

En el Anexo E muestra información detallada sobre la flota vehicular del GAD La Libertad, incluyendo cada unidad con su número de móvil, placa, marca, modelo, color y tipo de vehículo. La flota está compuesta por 18 vehículos livianos, como camionetas y utilitarios de marcas como Chevrolet y Great Wall, que se usan para tareas de movilidad del personal del GADMCLL, y 23 vehículos pesados, entre los cuales hay volquetas, recolectores de basura, excavadoras y otras maquinarias de construcción, esenciales para operaciones más exigentes.

En cuanto a la operación y mantenimiento, los vehículos livianos tienen mantenimiento cada mes y medio, con revisiones exigentes cada tres meses, generalmente en fines de semana. Los vehículos rotan en turnos de 8 horas; por la mañana trabajan ocho recolectores de basura y por la tarde solo cuatro. Además, se dispone de un equipo de conductores suplentes, llamados “sacafranco”, para cubrir imprevistos y asegurar el funcionamiento continuo de la flota, incluso los fines de semana, cuando opera una volqueta.

### 3.4.2.2. Distribución de síntomas musculoesqueléticos

Se encuestó a un total de 36 conductores, quienes se dividieron en dos grupos: uno de vehículos livianos y uno de vehículos pesados. En un principio se consideraron 40 vehículos, pero muchos de ellos estaban en taller o por abstención de uso, por ende, no estaban disponibles para el estudio. Es así como se obtuvo una muestra de 20 conductores de vehículos pesados y 16 de vehículos livianos.

En Anexo G se observó que en general hubo menos molestias reportadas por los conductores de vehículos livianos. Sin embargo, los conductores de vehículos pesados en el cuestionario revelaron molestias en ciertas áreas. Es importante destacar que la conducción de vehículos pesados involucra algunas demandas físicas y posturales que contribuyen a la presencia de molestias. En los conductores de vehículos livianos se presentaron la menor cantidad de molestias, esto porque la vibración de su vehículo es menor y este permite una mayor libertad de movimiento.

Las tablas 26 y 27 muestran la distribución de molestias musculoesqueléticas en diferentes zonas corporales, dividida en dos grupos de conductores: aquellos que operan vehículos pesados y aquellos que operan vehículos livianos. Para cada zona, se proporciona tanto la cantidad de conductores afectados como el porcentaje correspondiente en cada grupo.

**Tabla 26.**  
*Conductores de Vehículos Livianos*

Zona Corporal	Cantidad	Porcentaje
Cuello	10	63%
Hombros	2	13%
Espalda Superior	2	13%
Espalda Baja	0	0%
Codos	2	13%
Muñecas/Manos	1	6%
Caderas/Muslos	2	13%

*Nota.* Elaborado por el autor

**Tabla 27.**  
*Conductores de Vehículos Pesados*

Zona Corporal	Cantidad	Porcentaje
Cuello	11	55%
Hombros	14	70%
Espalda Superior	11	55%
Espalda Baja	4	20%
Codos	2	10%
Muñecas/Manos	5	25%
Caderas/Muslos	16	80%

*Nota.* Elaborado por el autor

Se realizó la observación directa de los conductores durante las diferentes etapas de su trabajo con el fin de verificar las posturas y los esfuerzos que suelen realizar en los diferentes segmentos corporales tal como se muestra en Anexo H. Por medio de esta observación, se registraron los datos de quejas musculares o esqueléticas con los que recorren las zonas de los conductores en su trabajo habitual.

Con respecto a las quejas, los conductores de camión presentaron quejas del cuello, hombros, parte de la espalda alta y de las caderas / muslos. Esto se deriva de la valoración de varias situaciones, en particular: los movimientos estáticos duraderos, movimientos de miembro repetitivos que son precisos para la acción diaria de conducción, y también por la permanencia en un puesto. Por el contrario, los conductores de automóviles ligeros también presentaron quejas, sin embargo, el repertorio era escaso y la frecuencia y gravedad en algunas zonas era menor por estar en un entorno menos agresivo y con posturas más cómodas.

### **3.4.2.3. Evaluación Rula**

La utilización de la técnica RULA (Evaluación rápida de las extremidades superiores) abarca el examen de los ángulos de cada articulación y la posterior asignación de calificaciones de acuerdo con las pautas presentadas en el kit de herramientas. RULA divide el cuerpo en dos grupos,

el Grupo A que incluye brazos, antebrazos y muñecas, y el Grupo B, que comprende el cuello, el tronco y las piernas, tal como muestra la Figura 34.

**Figura 34.**  
*Característica de la postura*



*Nota.* Fuente. Software Ergonauta

Este estudio se desglosa en diferentes partes del cuerpo, y el número final muestra cuán riesgosa es la actividad para nuestro cuerpo (Tapia et al, 2021). En el Tabla 28 se determina los valores de los brazos.

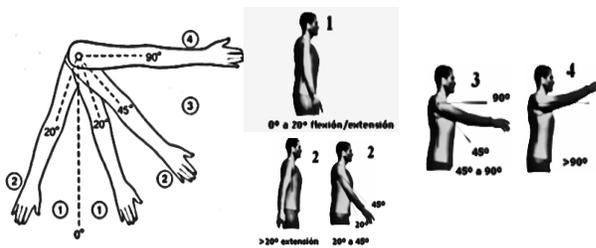
**Puntuación grupo A**

**Tabla 28.**

*Puntuación Brazos*

Posición	Puntuación	Corrección
Desde 20° de extensión a 20° de Flexión	1	+1 si hay abducción o rotación +1 elevación del hombro
>20° extensión o >20° y <45° Flexión	2	-1 si el brazo está apoyado o sostenido
>45° y 90° Flexión	3	
> 90° flexión	4	

*Nota.* Elaborado por el autor adaptado de (Tapia et al, 2021).



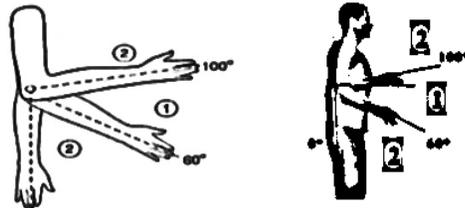
En la Tabla 29 se da los valores y posición de los antebrazos.

**Tabla 29.**

*Puntuación Antebrazos*

Posición	Puntuación	Corrección
Flexión 60° y 100°	1	Se añade +1 al puntaje si la actividad cruza la línea media del cuerpo o se realiza a un lado de este.
Flexión <60° o >100°	2	

*Nota.* Elaborado por el autor adaptado de (Tapia et al, 2022)



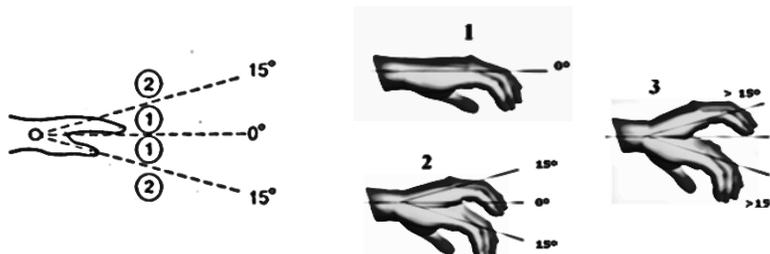
En la Tabla 30 se da los valores y posición de la Muñeca.

**Tabla 30.**

*Puntuación Muñecas*

Posición	Puntuación	Corrección
Posición Neutra	1	Se añade +1 al puntaje si hay desviación radial o cubital
>0° y <15° Flexión/extensión	2	
>15° Flexión/extensión	3	

*Nota.* Elaborado por el autor adaptado de (Tapia et al, 2021)



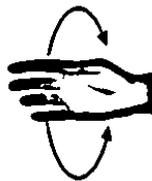
En la Tabla 31 se da los valores y posición del giro de la Muñeca.

**Tabla 31.**

*Puntuación Giro de Muñecas*

Posición	Puntuación
Pronación o Supinación media	1
Pronación o Supinación extrema	2

*Nota.* Elaborado por el autor adaptado de (Tapia et al, 2021)



**Puntuación grupo B**

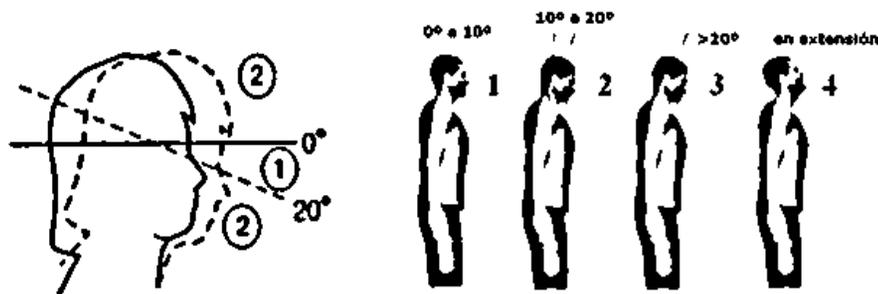
En la Tabla 32 se da los valores y posición del Cuello.

**Tabla 32.**

*Puntuación Cuello*

Posición	Puntuación	Corrección
Flexión entre $0^\circ$ y $10^\circ$	1	+1 si el cuello está girando
Flexión entre $>10^\circ$ y $\leq 20^\circ$	2	+1 si es cuello está inclinado
Flexión $> 20^\circ$	3	
Extensión en cualquier grado	4	

*Nota.* Elaborado por el autor adaptado de (Tapia et al, 2021)



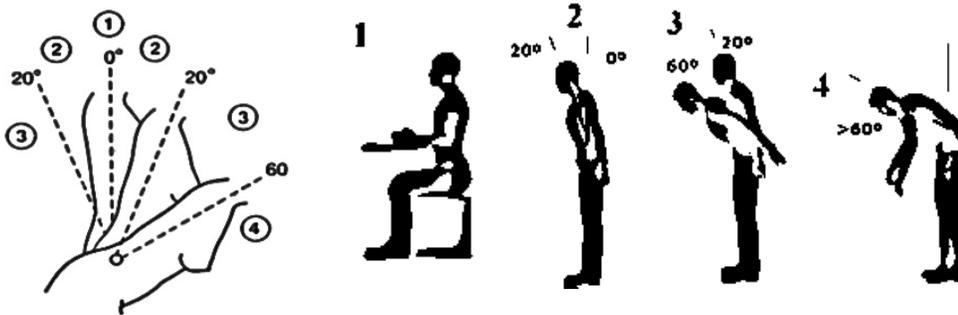
En la Tabla 32 se da los valores y posición del Tronco.

**Tabla 33.**

*Puntuación Tronco*

Posición	Puntuación	Corrección
Sentado, bien apoyado, ángulo de >90	1	+1 si el tronco está girando +1 si es tronco está inclinado
Flexión entre 0° y 20°	2	
Flexión > 20° y ≤60°	3	
Flexión > 60°	4	

*Nota.* Elaborado por el autor adaptado de (Tapia et al, 2021)



**Enfoque:**

Los vehículos elegidos (motoniveladora, recolector, retroexcavadora y volqueta) representan las variaciones más significativas en la postura, labor y carga física entre los conductores de vehículos pesados en el aparcamiento municipal. Cada vehículo demanda un conjunto particular de movimientos y posturas, por lo que analizar uno de cada tipo facilita la identificación de los distintos riesgos ergonómicos vinculados a cada actividad.

Es suficiente evaluar únicamente a un conductor de vehículo ligero si la postura y las actividades efectuadas en estos vehículos son parecidas. Esto contribuye a facilitar el análisis sin sacrificar exactitud, ya que la meta es reconocer y reducir los riesgos posturales habituales en esta clasificación.

“La metodología de evaluación ergonómica se centró en analizar un conductor representativo de cada tipo de vehículo pesado (motoniveladora, recolector, retroexcavadora y volqueta) y uno de vehículo liviano. Este enfoque permite capturar los riesgos ergonómicos asociados a cada tipo de operación vehicular en el Garage Municipal, considerando que cada tipo de vehículo implica tareas y posturas específicas. Evaluar a un operador representativo por tipo de vehículo optimiza los recursos y permite extrapolar los resultados ergonómicos a todos los operadores de vehículos similares, de acuerdo con los principios de representatividad y aplicabilidad del método RULA.”

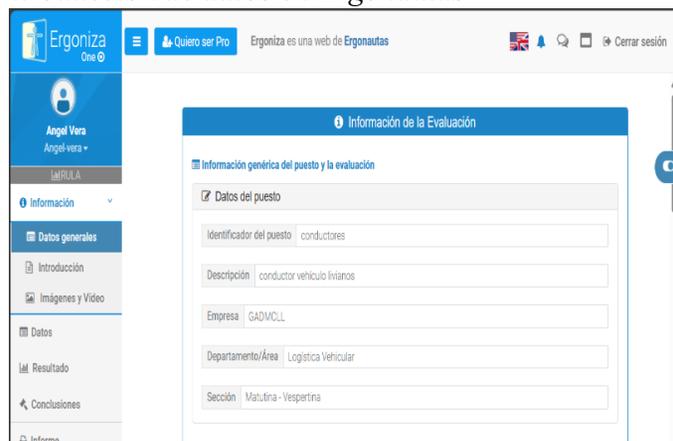
### 3.5. Etapa 3: Evaluación

#### 3.5.1. Fase 1: Análisis de Datos

Se utilizaron programas especializados para analizar los datos obtenidos, determinando las puntuaciones de RULA para cada postura que se observó. Los hallazgos del Cuestionario Nórdico mostraron una correlación directa con los datos de RULA, mostrando una conexión directa entre los inconvenientes reportados y las posturas peligrosas. Se detectaron múltiples conductores en los niveles de riesgo 5 y 6, lo que señala la urgencia de tomar medidas.

Primero utilizaremos el Software Ergonautas que es la web de Ergonomía y Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Politécnica de Valencia. En la Figura 35 se detalla los datos y el uso del sitio web en la evaluación de conductores de vehículos livianos.

**Figura 35.**  
*Introducción de datos en Ergonautas*



The screenshot displays the Ergoniza 3.5 web application interface. On the left is a navigation sidebar with a user profile for 'Angel Vera' and a menu with options like 'Información', 'Datos generales', 'Introducción', 'Imágenes y Vídeo', 'Datos', 'Resultado', 'Conclusiones', and 'Informe'. The main content area is titled 'Información de la Evaluación' and contains a form for 'Datos del puesto'. The form fields are filled with the following information:

Field	Value
Identificador del puesto	conductores
Descripción	conductor vehículo livianos
Empresa	GADVOLL
Departamento/Área	Logística Vehicular
Sección	Matutina - Vespertina

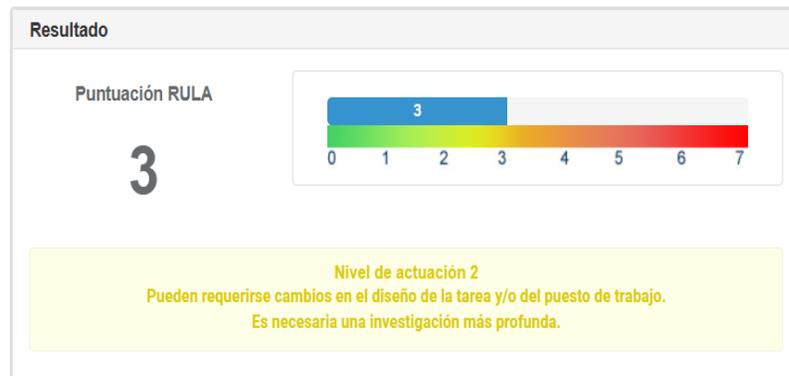
*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## Conductores de vehículos livianos

### Resultado del grupo A

La Figura 36 muestra el resultado de la evaluación Rula para el grupo A, obtenida a través del software “Ergoniza”. La calificación final es de 3, situada en el nivel de actuación 2, lo que indica un riesgo ergonómico moderado.

**Figura 36.**  
*Resultado del grupo A*

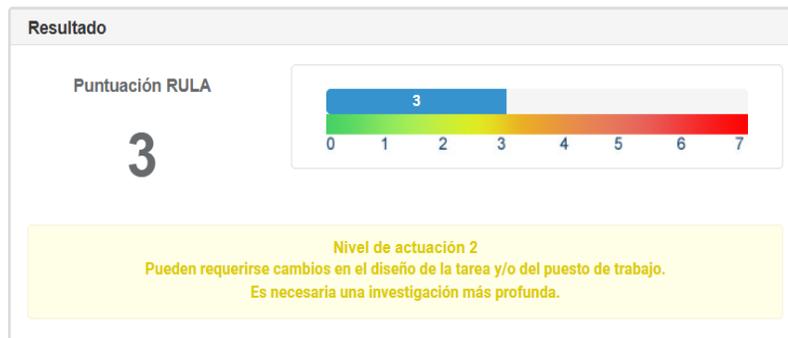


*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

### Resultado del grupo B

La figura 37 refleja los resultados del análisis Rula para el grupo B, enfocado específicamente en las posturas de cuello y tronco, utilizando el software “Ergoniza”. El cual muestra una puntuación total de 3, lo que se sitúa en el nivel de actuación 2. Este puntaje indica la necesidad de realizar ajustes ergonómicos moderados en las actividades evaluadas.

**Figura 37.**  
*Resultado grupo B*



*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

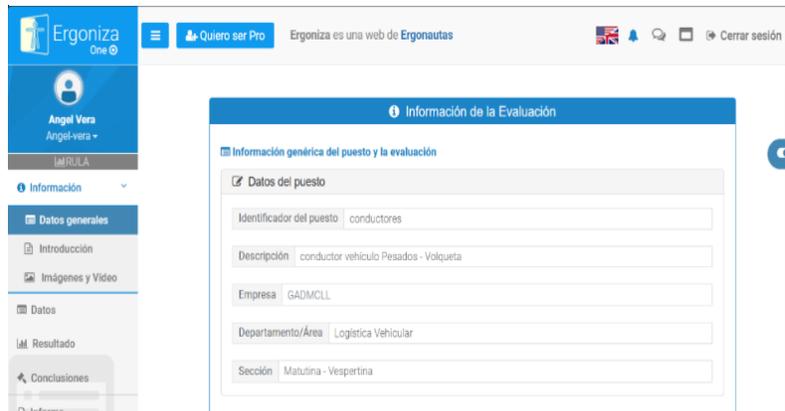
## Conductores de vehículos pesados

### VOLQUETA

La Figura 38 muestra el proceso de introducción de datos en el software “Ergoniza” versión 3.5 para la evaluación de riesgos ergonómicos en actividades relacionadas con el uso de una volqueta, en esta evaluación, se han considerado un total de seis volquetas.

### Resultado del grupo A

**Figura 38.**  
*Introducción de datos en Ergoniza 3.5 - Volqueta*



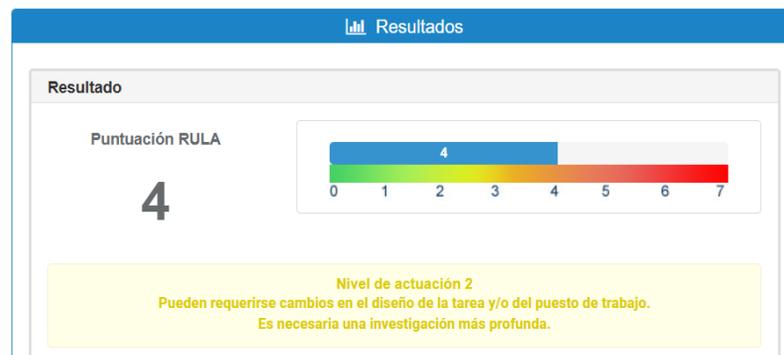
The screenshot displays the Ergoniza 3.5 web application interface. On the left, there is a navigation menu with options like 'Información', 'Datos generales', 'Introducción', 'Imágenes y Video', 'Datos', 'Resultado', 'Conclusiones', and 'Informe'. The main content area is titled 'Información de la Evaluación' and contains a form for entering job data. The form fields are filled with the following information:

Información genérica del puesto y la evaluación	
Identificador del puesto	conductores
Descripción	conductor vehículo Pesados - Volqueta
Empresa	GADMCLL
Departamento/Área	Logística Vehicular
Sección	Matutina - Vespertina

*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

La Figura 39 muestra los resultados obtenidos a través del software “Ergoniza”, con una puntuación final de 4. Este valor corresponde al nivel de actuación 2, lo que indica que pueden ser necesarios cambios en el diseño de la tarea o en el puesto de trabajo.

**Figura 39.**  
*Resultado del grupo A*



*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## Resultado del grupo B

La Figura 40 muestra una puntuación de 6, lo que indica un Nivel de Actuación 3, esto significa que existen riesgos ergonómicos significativos en la postura o configuración actual del espacio de trabajo.

**Figura 40.**  
*Resultado grupo B*



*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## RECOLECTOR

La Figura 41 muestra el proceso de introducción de datos en el software Ergoniza versión 3.5 en este caso del vehículo recolector de basura, son 8 unidades en servicio a la comunidad.

**Figura 41.**  
*Introducción de datos en Ergoniza 3.5 - Recolector*

The screenshot displays the 'Información de la Evaluación' (Evaluation Information) section of the Ergoniza 3.5 software. It features a form titled 'Información genérica del puesto y la evaluación' (Generic information of the job and evaluation) with the following fields:

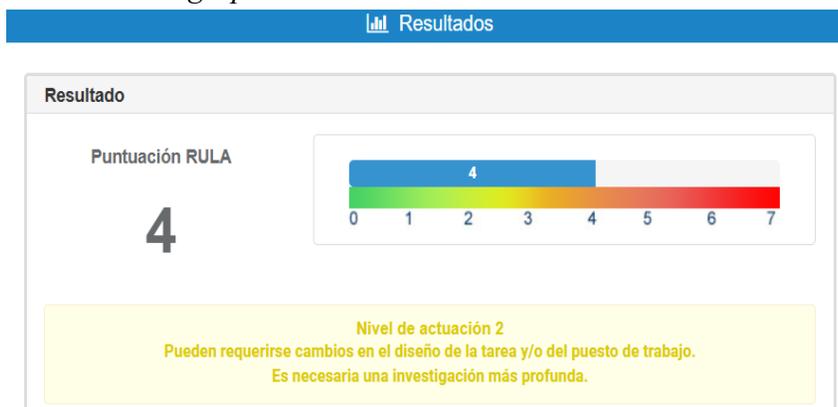
- Datos del puesto:**
  - Identificador del puesto: conductores
  - Descripción: conductor vehículo Pesados - RECOLECTOR
  - Empresa: GADMCLL
  - Departamento/Área: Logística Vehicular
  - Sección: Matutina - Vespertina

*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## Resultado del grupo A

La Figura 42 muestra una puntuación de 4, lo que corresponde a un Nivel de Actuación 2. Esto indica que pueden requerirse cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo, y que es necesaria una investigación más profunda para evaluar posibles ajustes. Aunque el riesgo ergonómico no es tan alto como en niveles superiores.

**Figura 42.**  
*Resultado del grupo A*



*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## Resultado del grupo B

La Figura 43 muestra una puntuación de 3, correspondiente al Nivel de Actuación 2. Esto significa que podrían requerirse cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo, y es necesaria una investigación más profunda para identificar posibles ajustes.

**Figura 43.**  
*Resultado del grupo B*



*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## RETROEXCAVADORA

La Figura 44 muestra el proceso de introducción de datos en el software Ergoniza versión 3.5 en este caso de la Retroexcavadora, son 4 unidades en servicio a la comunidad.

### Figura 44.

*Introducción de datos en Ergoniza 3.5 - Retroexcavadora*



Información de la Evaluación

Información genérica del puesto y la evaluación

Datos del puesto

Identificador del puesto: conductores

Descripción: conductor vehículo Pesados - RETROEXCAVADORA

Empresa: GADMCLL

Departamento/Área: Logística Vehicular

Sección: Matutina - Vespertina

*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

### Resultado del grupo A

La Figura 45 indica una calificación de 2, lo que significa Nivel 1. Esto denota que la postura es permisible siempre que no se mantenga ni se replique durante períodos prolongados. No son necesarias modificaciones urgentes en el proyecto ni en la distribución del espacio de trabajo, debido al mínimo riesgo ergonómico.

### Figura 45.

*Resultado del grupo A*



*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## Resultado del grupo B

La Figura 46 muestra puntuación de 4, lo cual corresponde al Nivel de Actuación 2. Esto sugiere que pueden requerirse cambios en diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo; y es necesaria investigación más profunda para identificar posibles ajustes. Aunque el riesgo ergonómico no es extremo, es recomendable realizar evaluación detallada para reducir riesgo de problemas musculoesqueléticos a largo plazo.

**Figura 46.**  
*Resultado del grupo B*



*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## MOTONIVELADORA

La Figura 47 muestra el proceso de introducción de datos en el software Ergoniza versión 3.5 en este caso de la Motoniveladora, es una unidad en servicio a la comunidad.

**Figura 47.**  
*Introducción de datos en Ergoniza 3.5 - Motoniveladora*

The screenshot displays the 'Información de la Evaluación' (Evaluation Information) section of the Ergoniza 3.5 software. It shows the 'Información genérica del puesto y la evaluación' (Generic job and evaluation information) form with the following data entered:

- Datos del puesto:**
- Identificador del puesto:** conductores
- Descripción:** conductor vehículo Pesados - MOTONIVELADORA
- Empresa:** GADMCLL
- Departamento/Área:** Logística Vehicular
- Sección:** Matutina - Vespertina

*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## Resultado del grupo A

En la Figura 48, se muestra el resultado con una puntuación de 2. Este puntaje se asocia al Nivel de Actuación 1, lo que implica que la postura analizada es aceptable siempre que no se mantenga de forma prolongada o se repita frecuentemente.

**Figura 48.**  
*Resultado del grupo A*

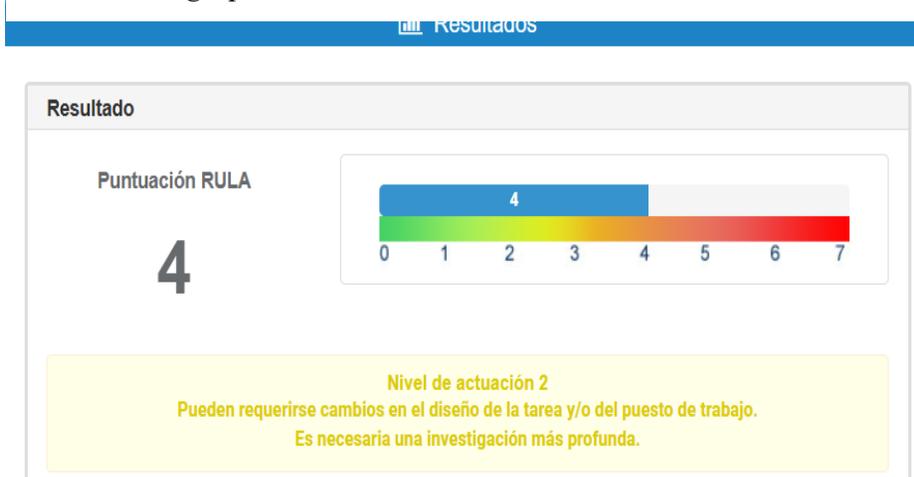


*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

## Resultado del grupo B

La Figura 49 muestra puntuación de 4, lo cual corresponde al Nivel de Actuación 2. Esto sugiere que pueden requerirse cambios en diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo; y es necesaria investigación más profunda para identificar posibles ajustes.

**Figura 49.**  
*Resultado del grupo B*



*Nota.* Sitio web – Software Ergoniza 3.5

La tabla 34 muestra el resumen de las puntuaciones por el método Rula al usar el Software Ergonauta.

**Tabla 34.**

*Resumen de la Calificación Rula - Ergonautas*

	PARTICIPACIÓN				
	Calificación	1-2	3-4	5-6	7
Grupo A	Vehículo Liviano		2		
Grupo B			2		
Grupo A	Vehículo Pesado - Volqueta		2		
Grupo B				3	
Grupo A	Vehículo Liviano - Recolector		2		
Grupo B			2		
Grupo A	Vehículo liviano - Retroexcavadora	1			
Grupo B			2		
Grupo A	Vehículo Liviano - Motoniveladora	1			
Grupo B			2		



*Nota.* Elaborado por el autor

**Observaciones:** (a) El Grupo A presenta un nivel de riesgo en general bajo, lo que es positivo, pero todavía debe continuarse con el seguimiento para poder detectar el deterioro de las posturas. (b) El Grupo B tiene una calificación de 3 para los vehículos pesados (en este caso, la volqueta), lo que indica la necesidad de revisar la postura de operación y la carga física de los conductores. La variabilidad de las calificaciones observadas indica que los vehículos pesados pueden necesitar una mayor atención que los vehículos livianos.

### **SOFTWARE ERGOSOFT PRO**

ErgoSoft Pro facilitó una evaluación cuantitativa y visual de las condiciones ergonómicas para los conductores de vehículos livianos y pesados, así compararemos con el anterior Software y analizaremos los resultados obtenidos.

#### **Vehículo Liviano - Resultados de las Evaluaciones**

La Tabla 35 muestra un riesgo promedio 3 en brazos, observándose que el brazo derecho presenta un 50% más de carga que el brazo izquierdo.

**Tabla 35.**

*Índice de Riesgo Vehículo Liviano*

<b>Índice de Riesgo Vehículo Liviano</b>		
<b>Puntos Rula</b>	<b>Brazo Izquierdo</b>	<b>Brazo Derecho</b>
Brazos	2	4
Antebrazos	1	1
Muñeca	2	2
Giro Muñeca	1	2
<b>Puntos Grupo A</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Puntos Grupo C</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Puntos Tronco		1
Puntos Cuello		1
Puntos Piernas		1
<b>Puntos Grupo B</b>		<b>1</b>
<b>Puntos Grupo C</b>		<b>2</b>
<b>Puntuación Final</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Nivel de Riesgo</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio</b>

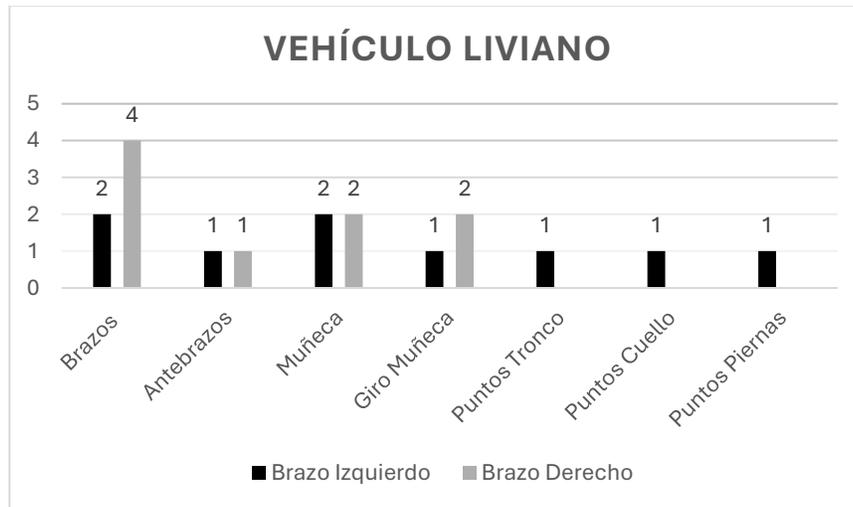
**Medición de ángulos**



*Nota.* Elaborado por el autor

La figura 50 muestra el índice de riesgo para vehículo liviano. El brazo derecho es el que presenta más riesgo ergonómico, con una puntuación de 4 en la categoría de brazos y de 2 en muñeca y en giro muñeca. El brazo izquierdo, en cambio, tiene baja puntuación en la categoría de riesgo ergonómico con respecto al brazo.

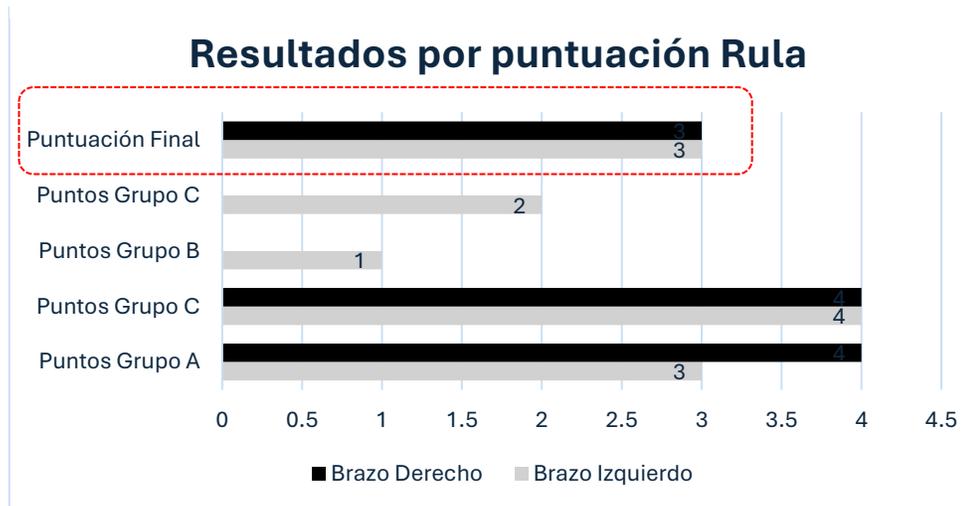
**Figura 50.**  
*Frecuencia de Riesgo Vehículo Liviano*



*Nota.* Elaborado por el autor

La figura 51 muestra que ambos brazos tienen una puntuación final de 3, con el brazo derecho destacando en puntos grupo A y puntos grupo C con un puntaje de 4.

**Figura 51.**  
*Frecuencia de Resultados Vehículo Liviano*



*Nota.* Elaborado por el autor

## Vehículos Pesados

### VOLQUETA

En cuanto a esta evaluación, el nivel de riesgo de la tabla 36 observado fue alto para el brazo izquierdo 5 y medio para el brazo derecho 4. Todos los segmentos específicos, como el antebrazo y la muñeca, tuvieron puntajes idénticos para ambos brazos, mientras que el tronco, el cuello y las piernas tuvieron puntajes bajos.

**Tabla 36.**

*Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Volqueta*

Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Volqueta		
Puntos Rula	Brazo Izquierdo	Brazo Derecho
Brazos	3	3
Antebrazos	2	2
Muñeca	3	3
Giro Muñeca	1	1
<b>Puntos Grupo A</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Puntos Grupo C</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
Puntos Tronco	1	
Puntos Cuello	2	
Puntos Piernas	1	
<b>Puntos Grupo B</b>	2	
<b>Puntos Grupo C</b>	4	
<b>Puntuación Final</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Nivel de Riesgo</b>	Alto	Medio

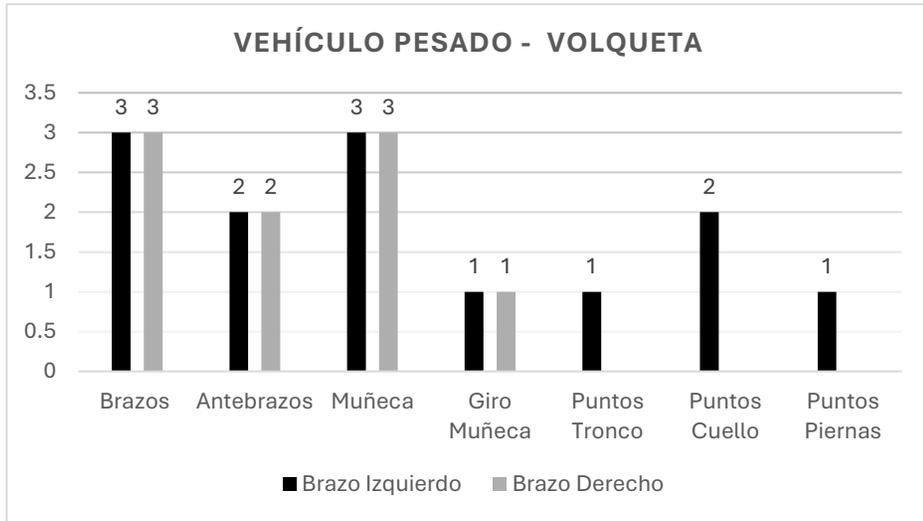
### Medición de ángulos



*Nota.* Elaborado por el autor

La figura 52 se observa que tanto el brazo derecho como el izquierdo para las categorías brazos y muñeca, sugiere un nivel de riesgo 3, lo que sugiere una alta exposición. Por su parte, la categoría cuello, el brazo izquierdo tiene un nivel de riesgo moderado con un valor de 2.

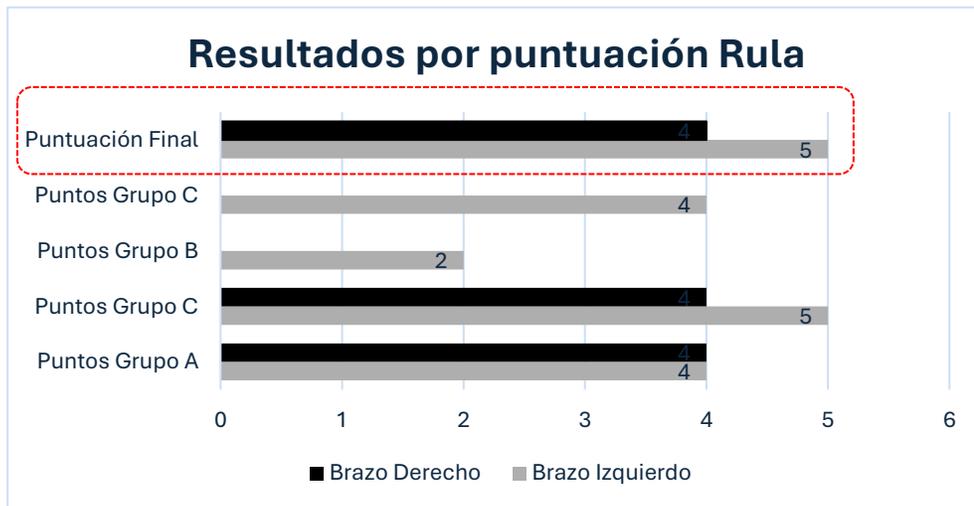
**Figura 52.**  
*Frecuencia de Riesgo Volqueta*



*Nota.* Elaborado por el autor

La figura 53 muestra puntuaciones RULA, ambos brazos en niveles altos 4-5 en su mayoría, pero el grupo B del brazo izquierdo alcanza un nivel bajo 2.

**Figura 53.**  
*Frecuencia de Resultados Volqueta*



*Nota.* Elaborado por el autor

## RECOLECTOR

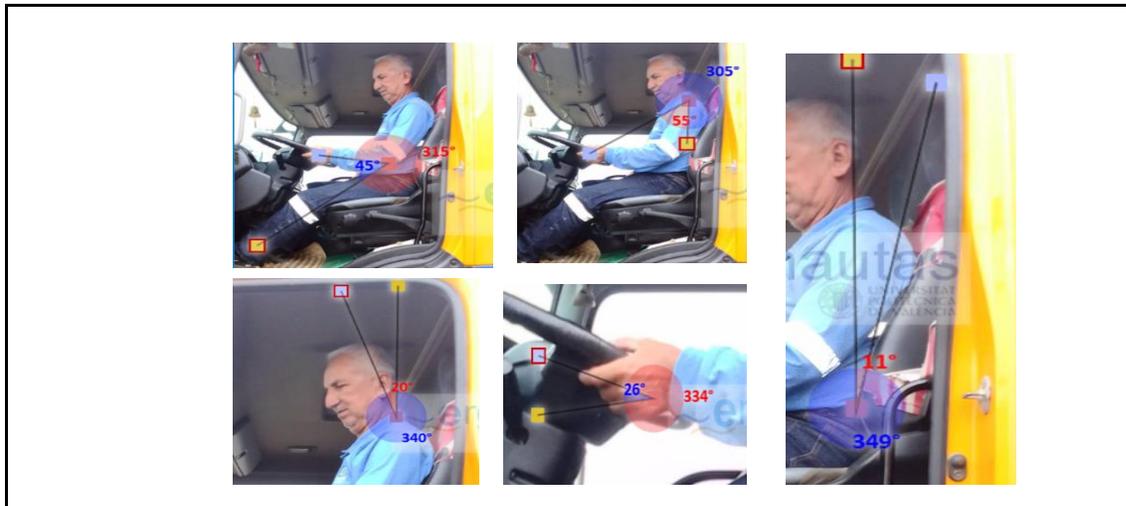
La tabla 37 muestra una evaluación Rula para recolectores de desechos, especificando las calificaciones para distintas áreas corporales en cada lado. Los conteos se categorizan en las secciones A, B, C y D, finalizando con un valor final de evaluación Rula de 3 y un nivel de riesgo medio. Esto indica la importancia de futuras revisiones para reducir el riesgo de lesión musculoesquelética.

**Tabla 37.**

*Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Recolector*

Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Recolector		
Puntos Rula	Brazo Izquierdo	Brazo Derecho
Brazos	1	1
Antebrazos	1	1
Muñeca	3	2
Giro Muñeca	1	1
<b>Puntos Grupo A</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Puntos Grupo C</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
Puntos Tronco	1	
Puntos Cuello	2	
Puntos Piernas	1	
<b>Puntos Grupo B</b>	2	
<b>Puntos Grupo C</b>	3	
<b>Puntuación Final</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Nivel de Riesgo</b>	Medio	Medio

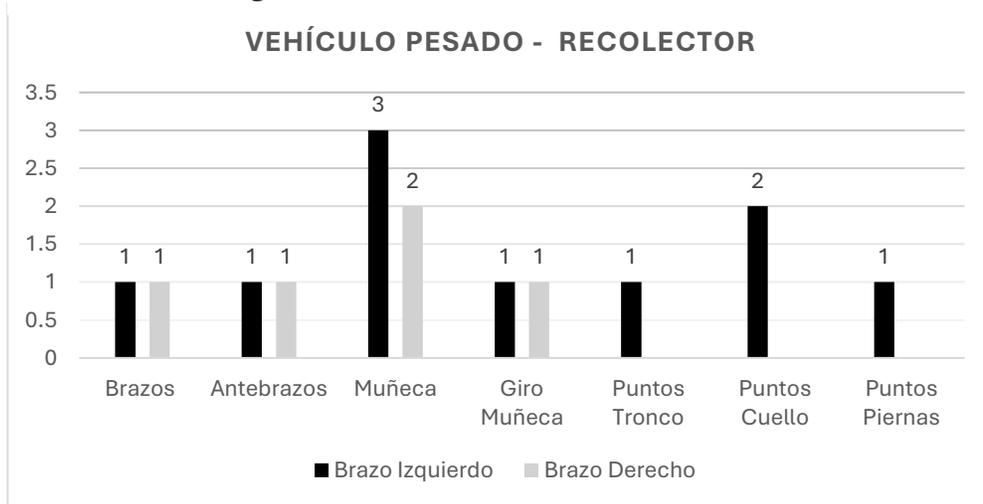
### Medición de ángulos



*Nota.* Elaborado por el autor

La figura 54 muestra el índice de riesgo en distintas zonas del cuerpo. En esta representación, los valores más altos del índice de riesgo se encuentran en la muñeca izquierda 3 y en el cuello 2, lo que indica un mayor riesgo en estas localizaciones.

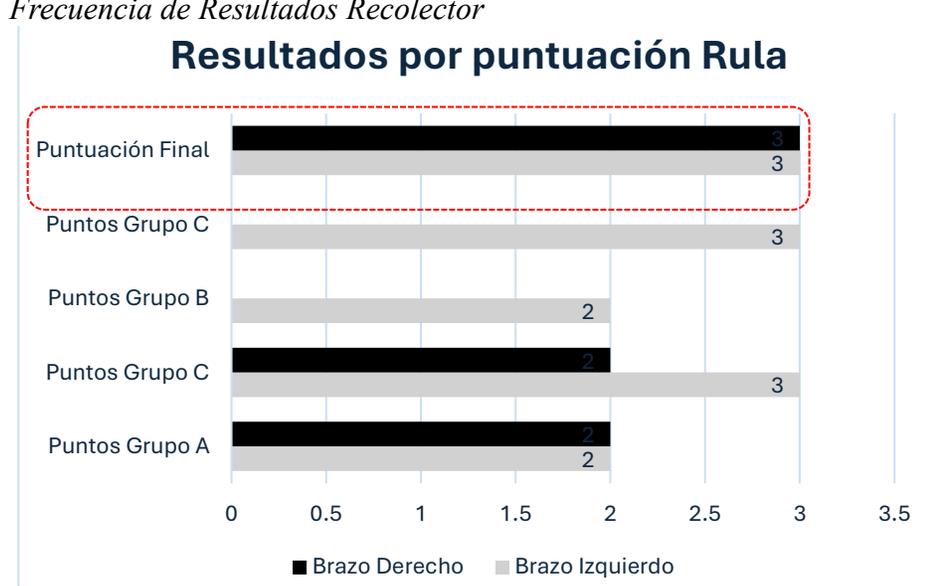
**Figura 54.**  
*Frecuencia de Riesgo Recolector*



*Nota.* Elaborado por el autor

La Figura 55 muestra la frecuencia de las puntuaciones RULA para los brazos izquierdo y derecho, donde la puntuación final fue 3 para ambos brazos y las puntuaciones variaron entre 2 y 3 para los grupos A, B y C.

**Figura 55.**  
*Frecuencia de Resultados Recolector*



*Nota.* Elaborado por el autor

## RETROEXCAVADORA

La tabla 38 indica un factor de riesgo alto en el brazo izquierdo y un factor de riesgo moderado en el brazo derecho para un recolector de basura. Las puntuaciones altas en la izquierda (5 en el grupo A y 6 en la puntuación C) muestran un trabajo duro y sugieren cambios para asegurarse de no lastimar su cuerpo.

**Tabla 38.**

*Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Retroexcavadora*

Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Retroexcavadora		
Puntos Rula	Brazo Izquierdo	Brazo Derecho
Brazos	2	2
Antebrazos	3	2
Muñeca	4	2
Giro Muñeca	1	2
<b>Puntos Grupo A</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>Puntos Grupo C</b>	<b>6</b>	<b>3</b>
Puntos Tronco	2	
Puntos Cuello	2	
Puntos Piernas	1	
<b>Puntos Grupo B</b>	2	
<b>Puntos Grupo C</b>	3	
<b>Puntuación Final</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>Nivel de Riesgo</b>	Alto	Medio

### Medición de ángulos

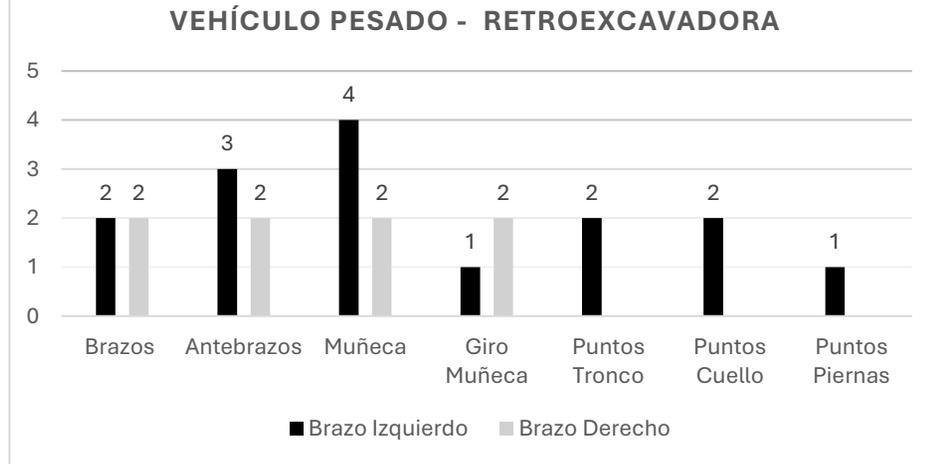


*Nota.* Elaborado por el autor

La figura 56 muestra el índice de riesgo para las operaciones de retroexcavadora, desglosado por parte del cuerpo. La muñeca izquierda tuvo la puntuación más alta de 4 y el antebrazo izquierdo tuvo una puntuación de 3, lo que indica un mayor riesgo en estas áreas.

**Figura 56.**

*Frecuencia de Riesgo Retroexcavadora*

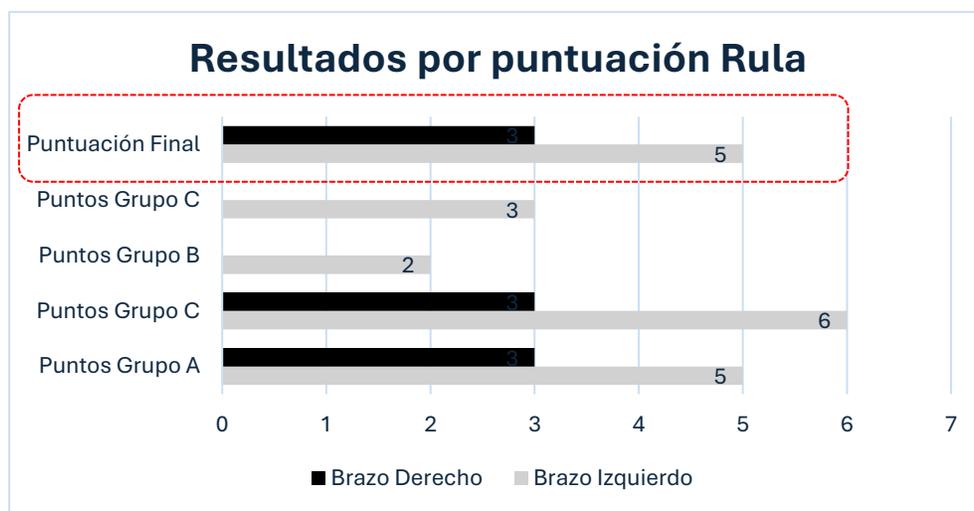


*Nota.* Elaborado por el autor

La figura 57 muestra las puntuaciones RULA de ambos brazos (derecho e izquierdo) en los diferentes grupos, destacando la puntuación final más alta del brazo izquierdo.

**Figura 57.**

*Frecuencia de Resultados Retroexcavadora*



*Nota.* Elaborado por el autor

## MOTONIVELADORA

En la tabla 39, se presenta un riesgo medio en términos generales, aunque la evaluación de la postura de los brazos, el antebrazo y la muñeca arrojan puntuaciones en niveles similares. La puntuación final RULA es de 3 para ambas posturas evaluadas, lo que permite establecer que se está realizando un trabajo relativamente correcto.

**Tabla 39.**

*Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Motoniveladora*

Índice de Riesgo Vehículo Pesado - Motoniveladora		
Puntos Rula	Brazo Izquierdo	Brazo Derecho
Brazos	2	2
Antebrazos	2	2
Muñeca	2	2
Giro Muñeca	1	1
<b>Puntos Grupo A</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Puntos Grupo C</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
Puntos Tronco	2	
Puntos Cuello	1	
Puntos Piernas	1	
<b>Puntos Grupo B</b>	2	
<b>Puntos Grupo C</b>	3	
<b>Puntuación Final</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Nivel de Riesgo</b>	Medio	Medio

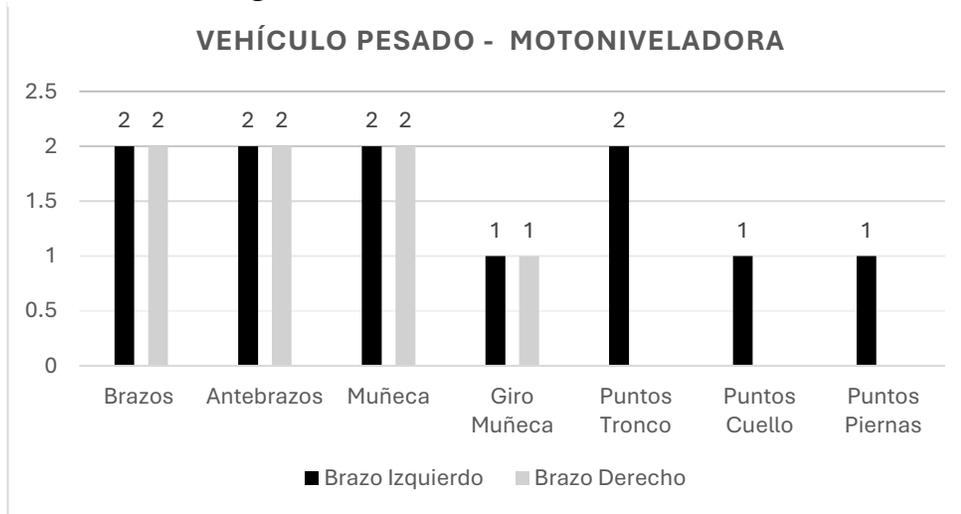
### Medición de ángulos



*Nota.* Elaborado por el autor

La figura 58 muestra el índice de riesgo para las partes del cuerpo utilizadas para operar una motoniveladora, destacando que los brazos y las muñecas tienen puntuaciones iguales, mientras que el cuello y las piernas tienen puntuaciones más bajas.

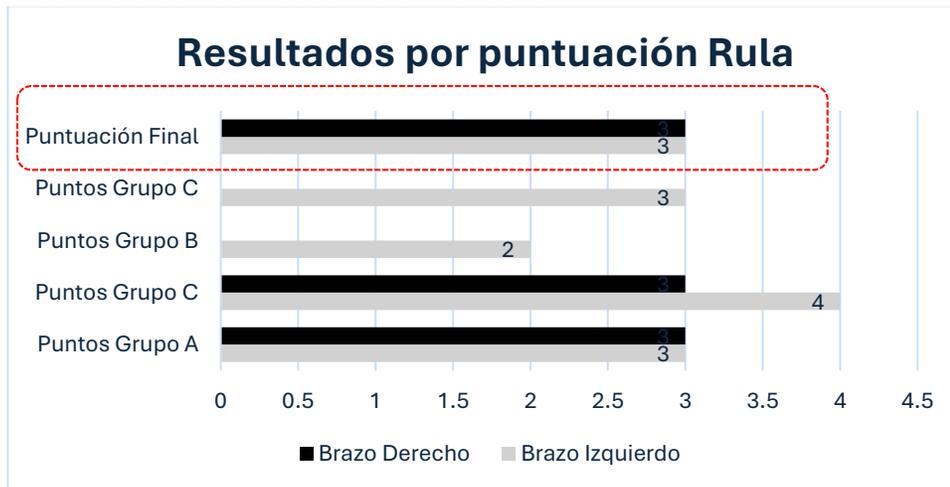
**Figura 58.**  
*Frecuencia de Riesgo Motoniveladora*



*Nota.* Elaborado por el autor

La figura 59 muestra los resultados de la puntuación RULA para cada grupo, así como la puntuación final, comparando los brazos izquierdo y derecho. Las puntuaciones finales para ambos grupos fueron las mismas, pero las puntuaciones asignadas a los diferentes grupos variaron.

**Figura 59.**  
*Frecuencia de Resultados Motoniveladora*



*Nota.* Elaborado por el autor

El análisis ergonómico llevado a cabo con el software Ergonauta determina diferentes grados de riesgo para los operadores de vehículos, resaltando: (a) Vehículos Livianos: Puntaje de riesgo bajo, entre 2 y 4. Se sugiere solo una evaluación adicional, sin requerir un rediseño. (b) Volquetas: Puntuación de riesgo elevado de 5. Es necesario un rediseño urgente de la tarea y las condiciones operativas a causa de posturas incómodas y la exposición a vibraciones. (c) Recolectores: nivel de riesgo medio con una puntuación de 3 a 4. Se recomienda llevar a cabo un análisis ergonómico más detallado y efectuar ajustes para reducir el estrés. (d) Retroexcavadoras: Puntuación de riesgo alto de 5. Al igual que la volqueta, requieren un rediseño por las mismas razones relacionadas con la postura y la vibración. (e) Motoniveladoras: Riesgo medio con una puntuación de 3. Se sugiere realizar una evaluación ergonómica de las posturas y tareas repetitivas.

### 3.5.2. Fase 2: Interpretación de Resultados

Los resultados se analizaron de acuerdo con los estándares fijados en las normas ISO. En la Figura 60 muestra el informe general con respecto a la evaluación con el método Rula ajustado a las normativas y haciendo una comparación con los dos softwares utilizados para el análisis de las posturas de los conductores.

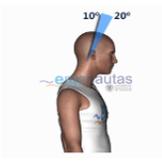
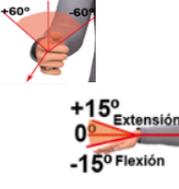
**Figura 60.**  
*Informe General Evaluación Rula*

	<b>INFORME GENERAL DE EVALUACIÓN RULA (NORMAS/SOFTWARE)</b>			
<b>Evaluador</b>	Vera Rodríguez Angel		<b>Área</b>	Logística Vehicular
<b>Aspecto Evaluado</b>	<b>Software</b>		<b>Normativa</b>	
	<b>Ergoniza</b>	<b>ErgoSoft Pro</b>	<b>ISO 11226</b>	<b>ISO 45001:2018</b>
<b>Evaluación de Posturas</b>	Se obtuvieron resultados en niveles de actuación (2-3) para diferentes vehículos y posturas específicas. Se sugirió modificación ergonómica cuando el nivel de riesgo fue de 3 o superior.	Evaluó diferentes partes del cuerpo individualmente y proporcionó una puntuación específica.	Proporcionó criterios específicos de postura estática recomendados, especialmente para evitar posturas extremas mantenidas.	Enfaticó la identificación de peligros y el análisis de riesgos ergonómicos, promoviendo ambientes de trabajo seguros.
<b>Detección de Riesgos</b>	Los puntajes RULA indicaron niveles de intervención necesarios: 2 (ajustes recomendados) y 3 (cambios urgentes) para mitigar riesgos de incomodidad y posibles lesiones.	Evaluó el riesgo con una puntuación RULA diferenciada entre segmentos, permitiendo priorizar áreas específicas para intervención	Se enfocó en prevenir y corregir posturas inadecuadas para reducir riesgo a largo plazo.	Enfaticó en el control de riesgos, promoción de salud y seguridad.
<b>Aplicación Práctica</b>	Sugirió ajustes en diseño o postura del trabajo en base a niveles moderados o altos de riesgo. Abarcó postura de cuello, tronco, brazos y muñeca.	Proporcionó un análisis detallado de cada miembro con resultados cuantitativos, útil para intervenciones puntuales en áreas de alto riesgo.	Estableció estándares para diseño de tareas que minimicen la fatiga y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.	Requirió un sistema de gestión que apoye la implementación de mejoras ergonómicas.

*Nota.* Elaborado por el autor

En la Figura 61 muestra las posturas con mayores niveles de riesgo, como las adoptadas por los conductores durante largas horas de trabajo fueron identificadas como críticas. Se priorizaron las áreas con mayores probabilidades de causar trastornos musculoesqueléticos.

**Figura 61.**  
*Comparación de los valores registrados*

Área Evaluada	Ángulo Observado (Ergoniza)	Imagen	Ángulo Observado (ErgoSoft Pro)	Imagen
<b>Cuello</b>	Inclinación de <b>10°-20°</b> en tareas de conducción (software)		Inclinación de <b>15°</b> (moderada), rotación leve (software)	
<b>Tronco</b>	Flexión de <b>15°-20°</b> en tareas de carga y manejo (software)		Flexión y torsión de <b>20°-25°</b> , riesgo moderado (software)	
<b>Brazos (izquierdo y derecho)</b>	Brazo izquierdo <b>40°-50°</b> , brazo derecho <b>20°-30°</b> (software)		Brazo izquierdo en <b>45°</b> (riesgo alto), brazo derecho <b>25°-30°</b> (software)	
<b>Muñeca</b>	Desviación radial de <b>10°-15°</b> en el brazo dominante (software)		Desviación de <b>10°</b> , sin riesgo significativo (software)	
<b>Piernas y pies</b>	Ángulo de flexión <b>90°-100°</b> , sin riesgo relevante (software)		Flexión de <b>90°</b> en asientos con soporte adecuado (software)	

*Nota.* Elaborado por el autor

### 3.5.3. Identificación de Posturas Críticas

La Tabla 40 presenta un análisis ergonómico RULA con dos softwares. Ergoniza 3.5 muestra un Riesgo Nivel 3 (Actuación Nivel 2), recomendando ajustes en el diseño de la tarea. ErgoSoft Pro tiene un Riesgo 3.1 (Nivel medio), sugiriendo atención al brazo derecho por mala postura.

**Tabla 40.**

*Cuadro Comparativo de Vehículos Livianos*

<b>Software</b>	<b>Riesgo Ergonómico (RULA)</b>	<b>Nivel de Actuación</b>	<b>Recomendaciones</b>
<b>Ergoniza 3.5</b>	3	Nivel 2	Ajustes en diseño de la tarea/configuración del puesto.
<b>ErgoSoft Pro</b>	3.1	Nivel medio	Atención al brazo derecho debido a una mala postura

*Nota.* Elaborado por el autor

### VOLQUETA

La tabla 41 muestra un análisis de riesgo ergonómico (RULA) con dos softwares. Ergoniza 3.5 presenta un Riesgo entre 4 y 6 (Niveles de Actuación 2-3), recomendando cambios urgentes en el diseño debido a posturas riesgosas. ErgoSoft Pro indica un Riesgo 5 en el brazo izquierdo (Nivel alto), sugiriendo ajustes inmediatos para evitar lesiones.

**Tabla 41.**

*Cuadro Comparativo de Vehículos Pesados - Volqueta*

<b>Software</b>	<b>Riesgo Ergonómico (RULA)</b>	<b>Nivel de Actuación</b>	<b>Recomendaciones</b>
<b>Ergoniza 3.5</b>	4 - 6	Nivel 2-3	Cambios urgentes en diseño debido a posturas riesgosas.
<b>ErgoSoft Pro</b>	5 (brazo izquierdo)	Nivel alto	Ajustes inmediatos en brazo izquierdo para evitar lesiones.

*Nota.* Elaborado por el autor

## RECOLECTOR

La tabla 42 muestra un análisis de riesgo ergonómico (RULA) con dos softwares. Ergoniza 3.5 tiene un Riesgo 3-4 (Nivel de Actuación 2), recomendando cambios ergonómicos moderados en el puesto de trabajo. ErgoSoft Pro muestra un Riesgo 3 (Nivel medio), sugiriendo revisiones para reducir riesgos de daño musculoesquelético.

**Tabla 42.**

*Cuadro Comparativo de Vehículos Pesados - Recolector*

<b>Software</b>	<b>Riesgo Ergonómico (RULA)</b>	<b>Nivel de Actuación</b>	<b>Recomendaciones</b>
<b>Ergoniza 3.5</b>	3- 4	Nivel 2	Cambios ergonómicos moderados en el puesto de trabajo.
<b>ErgoSoft Pro</b>	3	Nivel medio	Revisiones para reducir riesgos de daño musculoesquelético.

*Nota.* Elaborado por el autor

## RETROEXCAVADORA

La tabla 43 muestra que Ergoniza 3.5 tiene un riesgo ergonómico de 2-4, con un nivel de actuación 1-2, lo que sugiere mejorar el diseño para evitar problemas a largo plazo. En cambio, ErgoSoft Pro presenta un riesgo ergonómico de 5 en el brazo izquierdo, con un nivel alto de actuación, recomendándose realizar ajustes para reducir la carga en esa área.

**Tabla 43.**

*Cuadro Comparativo de Vehículos Pesados – Retroexcavadora*

<b>Software</b>	<b>Riesgo Ergonómico (RULA)</b>	<b>Nivel de Actuación</b>	<b>Recomendaciones</b>
<b>Ergoniza 3.5</b>	2 -4	Nivel 1-2	Cambios en diseño para reducir problemas a largo plazo.
<b>ErgoSoft Pro</b>	5 (brazo izquierdo)	Nivel alto	Ajustes necesarios para reducir la carga en brazo izquierdo.

*Nota.* Elaborado por el autor

## MOTONIVELADORA

La tabla 44 muestra que Ergoniza 3.5 tiene un riesgo ergonómico de 2-4, con un nivel de actuación 1-2, lo que implica que se requieren ajustes mínimos para reducir el riesgo laboral. Por otro lado, ErgoSoft Pro presenta un riesgo ergonómico de 3, con un nivel medio de actuación, recomendándose pequeños ajustes en la postura para mejorar la ergonomía.

**Tabla 44.**

*Cuadro Comparativo de Vehículos Pesados – Motoniveladora*

<b>Software</b>	<b>Riesgo Ergonómico (RULA)</b>	<b>Nivel de Actuación</b>	<b>Recomendaciones</b>
<b>Ergoniza 3.5</b>	2 - 4	Nivel 1-2	Ajustes mínimos para reducir el riesgo laboral.
<b>ErgoSoft Pro</b>	3	Nivel medio	Pequeños ajustes en postura para mejorar ergonomía.

*Nota.* Elaborado por el autor

A pesar de la existencia de ligeras variaciones entre las puntuaciones de Ergoniza 3.5 y ErgoSoft Pro estas coinciden en señalar las existencias de las necesidades de ajustes ergonómicos en los puestos de trabajo, especialmente para los vehículos pesados puesto que los brazos, el cuello y el tronco son las zonas con mayores riesgos. Y ambos modelos indican que es preciso atender de forma particular el brazo izquierdo de los conductores para intentar reducir el riesgo de lesiones.

### 3.5.4. Priorización de Áreas de Riesgo Alto

La tabla 45 muestra que los riesgos más destacados son el Brazo Izquierdo (volquetas y retroexcavadoras) con un riesgo de 5, lo que requiere intervención inmediata, y el Brazo Derecho (vehículo liviano) con un riesgo de 4, que también necesita ajustes ergonómicos. Estos son los principales puntos de atención para evitar lesiones.

**Tabla 45.**

*Niveles de riesgo ergonómico más altos.*

<b>Parte del Cuerpo</b>	<b>Vehículo</b>	<b>Software</b>	<b>Riesgo Ergonómico Más Alto</b>	<b>Nivel de Actuación</b>
<b>Brazo Izquierdo</b>	Volqueta, Retroexcavadora	ErgoSoft Pro	5	Nivel Alto

<b>Brazo Derecho</b>	Vehículo Liviano	ErgoSoft Pro	4	Nivel Medio
<b>Cuello y Tronco</b>	Recolector	Ergoniza 3.5	4	Nivel 2
<b>Antebrazo y Muñeca</b>	Motoniveladora	ErgoSoft Pro	3	Nivel Medio

*Nota.* Elaborado por el autor

La tabla 46 se visualiza que el brazo izquierdo presentó el mayor riesgo ergonómico, representando el 31.25% del total. El brazo derecho tuvo un riesgo medio, abarcando el 25% de igual manera que el cuello y tronco, mientras que el antebrazo y muñeca representaron un riesgo medio del 18.75%.

**Tabla 46.**

*Porcentajes de los niveles ergonómicos más altos*

<b>Parte del Cuerpo</b>	<b>Vehículo</b>	<b>Riesgo Ergonómico Más Alto</b>	<b>Porcentaje nivel de riesgo</b>
<b>Brazo Izquierdo</b>	Volqueta, Retroexcavadora	5	31%
<b>Brazo Derecho</b>	Vehículo Liviano	4	25%
<b>Cuello y Tronco</b>	Recolector	4	25%
<b>Antebrazo y Muñeca</b>	Motoniveladora	3	19%
		16	

*Nota.* Elaborado por el autor

### 3.5.5. Fase 3: Elaboración de Recomendaciones

Se elaboraron recomendaciones ergonómicas basadas en los hallazgos. Entre las principales propuestas destacaron:

a.- El rediseño de los asientos de los vehículos para mejorar la postura de los conductores; el asiento debe tener una inclinación hacia atrás que oscile entre 15 y 25 grados, lo que resulta

suficiente para que el músculo y la cadera se encuentren en un arco que varíe entre los 110° y 120°. La separación entre el piso y el asiento se establece en los 30 cm. Si el volante del automóvil es regulable, se elige la posición de los brazos para mantener una postura relajada en los músculos de la espalda y los hombros.

b.- La introducción de descansos regulares y la implementación de pausas activas.

En la tabla 47 se muestra la estructura del horario laboral diseñada para optimizar la ergonomía y reducir el riesgo de lesiones, implementando pausas activas y descansos regulares en diferentes turnos. Este enfoque busca mitigar la fatiga y mejorar el rendimiento de los trabajadores mediante pausas estratégicas en momentos clave de la jornada.

**Tabla 47.**  
*Cronograma de Descansos y Pausas Activas*

<b>Turno</b>	<b>Horario de Trabajo</b>	<b>Pausa Activa</b>	<b>Descanso Regular</b>
Primer Turno	6:00 a.m. – 12:00 p.m.	8:00 a.m. - Pausa activa (10 min) 11:00 a.m. - Pausa activa (10 min)	9:30 a.m. - Descanso (15 min)
Segundo Turno	1:00 p.m. – 6:00 p.m.	2:30 p.m. - Pausa activa (10 min) 5:00 p.m. - Pausa activa (10 min)	3:30 p.m. - Descanso (15 min)
Horario Rotativo Fin de Semana	Variable (6 h máx.)	2 pausas activas (cada 2 horas)	1 descanso regular (al cumplir 3 h)

*Nota.* Elaborado por el autor

El primer turno es el que abarca desde las 6:00 a.m. hasta las 12:00 p.m.; durante el cual hay dos pausas activas, y un descanso regular que está intercalado entre las pausas. A las 8:00 a.m. se lleva a cabo la primera pausa activa que tiene una duración de 10 minutos; el descanso regular es de 15 minutos y se lleva a cabo a las 9:30 a.m.; la segunda pausa activa de 10 minutos se efectúa a las 11:00 a.m. y está próxima a terminar el primer turno de la jornada laboral. Segundo Turno: El segundo turno transcurre desde la 1 de la tarde hasta las 6:00 p.m., periodo dentro del que se programa la primera pausa activa de 10 minutos a las 2:30 p.m.; el descanso regular es de 15 minutos y se lleva a cabo a las 3:30 p.m.; por último, la segunda pausa activa también tiene una duración de 10 minutos y se lleva a cabo a las 5:00 p.m. Horario Rotativo de Fin de Semana: El fin de semana los turnos son variables, no excediendo las 6 horas de trabajo, y realizando dos pausas activas cada una de 10 minutos, espaciadas cada 2 horas de trabajo, y un descanso regular de 15 minutos a partir de cumplir tres horas de trabajo; que viene a ser la regulación del bienestar del trabajador en jornadas más flexibles.

#### **3.5.6. Fase 4: Propuesta de Mejoras**

(a) Soporte para el cuello: Añadir un soporte ajustable en los asientos para mantener el cuello alineado y reducir la inclinación, (b) Reposabrazos y reposamuñecas: Incorporar soportes ergonómicos para mantener brazos y muñecas en una posición neutral y reducir la presión en estas áreas. (c) Reposapiés ajustable: Proporcionar un soporte regulable para que las piernas mantengan un ángulo de 90°, mejorando la circulación. (d) Pausas activas: Implementar estiramientos cortos cada 1-2 horas para reducir la fatiga muscular acumulada, especialmente en tareas prolongadas.

La tabla 48 muestra el presupuesto de mejora propuesto para reducir los riesgos ergonómicos de los conductores a través de uso de herramientas ergonómicas y las capacitaciones para los diferentes conductores que manejan los diversos vehículos en el Garage del GAD. Se realizó esta propuesta con el fin que cumplan con las capacitaciones que se establecen en los cronogramas de capacitaciones del GAD cada año, el cual se debe ejecutar cada trimestre para mantener actualizado a los trabajadores de las nuevas técnicas ergonómicas y operativas, así como para brindar el conocimiento necesario sobre las normas internacionales vigentes, como las normativas ISO 11226 e ISO 45001-2018, que reestablecen criterios de seguridad y salud ocupacional.

**Tabla 48**  
*Presupuesto de Mejora*

Área de Mejora	Detalle	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Subtotal (\$)
Herramientas ergonómicas adicionales	Soporte para el cuello	20	\$ 7.10	\$ 142.00
	Reposapiés	20	\$ 20.00	\$ 400.00
	Reposabrazos	20	\$ 8.80	\$ 176.00
Software especializado	Licencia anual Ergosoft Pro	1	\$ 532.26	\$ 532.26
Capacitaciones	Volquetas	2	\$ 200.00	\$ 400.00
	Retroexcavadora	2	\$ 200.00	\$ 400.00
	Vehículos livianos	1	\$ 200.00	\$ 200.00
	Motoniveladora	2	\$ 200.00	\$ 400.00
	Recolectores	2	\$ 200.00	\$ 400.00
<b>TOTAL, ESTIMADO</b>				\$ 3,050.26

### **Impacto Esperado**

Disminución de lesiones musculoesqueléticas: Las ayudas ergonómicas permitirán que el colectivo de trabajadores evidencie menos molestias físicas, reduciendo así las ausencias al trabajo por causas médicas.

Mayor productividad y eficiencia: Las herramientas mejoradas y el personal entrenado obtendrán mejor desempeño en su trabajo diario.

Cumplimiento de normas: Puesta en práctica de cualquier norma relacionada con la ergonomía mejorará el cumplimiento de la legislación en materia laboral y de seguridad.

### **3.6. Marco de discusión**

Este análisis evaluó las posiciones de trabajo de los trabajadores del Garage Municipal de La Libertad mediante el método RULA, que se emplea para determinar el riesgo ergonómico

vinculado a las posturas adoptadas. Al recopilar información de los empleados, se detectaron posiciones de alto riesgo que necesitan acciones inmediatas para salvaguardar la salud física de los trabajadores.

Los resultados se comparan con estudios anteriores que validaron la eficacia del método RULA para identificar riesgos y prevenir patologías musculoesqueléticas; se evidenció el acierto de aplicar intervenciones ergonómicas médicas como la inclusión de reposabrazos y soporte para el cuello para una mejoría evidente de las condiciones de trabajo y disminución de la fatiga, concordando con los resultados de los artículos revisados en el presente estudio.

Los hallazgos del estudio subrayan la importancia de efectuar evaluaciones ergonómicas en los contextos donde se necesita mantener posiciones por largos lapsos de tiempo y ejecutar esfuerzos físicos repetitivos. Estas conclusiones destacan la imperiosa necesidad de implementar medidas ergonómicas en labores de mantenimiento y manejo de vehículos, donde los empleados están expuestos a un elevado riesgo de trastornos musculoesqueléticos (TME), como lo han evidenciado investigaciones anteriores en áreas industriales y de servicios. (Tapia et al., 2021).

El uso del método RULA en este estudio facilitó la detección de posiciones laborales de alto riesgo, particularmente en labores que requieren el manejo de herramientas de gran peso y la permanencia en posiciones estáticas durante largos períodos. La bibliografía disponible indica que dichas condiciones pueden provocar un deterioro considerable en articulaciones y músculos, lo que eleva la posibilidad de que surjan TME (Herrera et al., 2020). La congruencia de estos hallazgos con estudios previos indica que los riesgos ergonómicos identificados en el Garage Municipal están en consonancia con patrones detectados en labores que requieren un gran esfuerzo físico y la repetición de actividades.

Igualmente, el cuestionario Nórdico que se aplicó a los empleados mostró que las molestias más habituales se registraron en la región lumbar y en las extremidades superiores, un hallazgo que concuerda con otros estudios realizados en contextos semejantes. Por ejemplo, Espinosa et al, (2023) señalaron que en ambientes de trabajo que demandan largos periodos de presencia estática, suele haber dolencias en la espalda y los hombros, lo que refuerza la relación entre posturas incorrectas y trastornos musculoesqueléticos.

La investigación detectó diversos aspectos cruciales que señalan la necesidad de rediseñar algunos elementos del ambiente de trabajo, tales como la organización de las herramientas y el mobiliario laboral. Estas sugerencias están en consonancia con investigaciones que evidencian que la reorganización de los lugares de trabajo y la inclusión de dispositivos ergonómicos pueden minimizar la carga física de los empleados y reducir la prevalencia de TME (Nugraha et al., 2023).

### **3.7. Limitaciones del estudio**

En el transcurso de este estudio, surgieron diversas restricciones que afectaron el procedimiento de recopilación de datos. Uno de los retos más significativos fue el incremento en la carga laboral de los trabajadores, a causa de las circunstancias presentes del país y el horario de trabajo, lo que dificultó la coordinación y disponibilidad para llevar a cabo las observaciones. Además, algunos vehículos no se encontraban a disposición en todo momento, lo que forzó a efectuar visitas en días concretos para poder supervisar de manera directa a todos los empleados en sus labores cotidianas. Estos elementos limitaron la oportunidad de conseguir un conjunto de datos constante y continuo. A pesar de estas limitaciones, se logró recopilar suficiente información para llevar a cabo el análisis, aunque los resultados podrían beneficiarse de futuras investigaciones con un periodo de observación más amplio y flexible.

## CONCLUSIONES

La revisión sistemática de la literatura que se realizó siguiendo el protocolo PRISMA propició la consolidación de un marco teórico con respecto a los riesgos ergonómicos que están asociados a posturas de trabajo. Los estudios más recientes muestran que el 60% de los trabajadores en el mundo presenta trastornos musculoesqueléticos (TME), y que el RULA es una herramienta idónea para la evaluación y la prevención de los TME. El análisis bibliográfico ha puesto de manifiesto la necesidad de aplicar intervenciones ergonómicas, que han mostrado ser eficaces para reducir la tasa de enfermedad en un 30% en estudios de referencia similares.

La utilización de un planteamiento metodológico sistemático para la obtención de datos confiables y representativos para evaluar los riesgos ergonómicos permitió la definición de fases de recolección bien establecidas: observación directa, aplicando el Cuestionario Nórdico (NMQ) y el método RULA. La muestra representativa se ha diseñado a partir del cálculo estadístico que especifica la validez de las conclusiones. Las herramientas utilizadas, tal como las encuestas a los conductores, han mostrado una alta fiabilidad y validez, con un coeficiente Alfa de Cronbach que ha oscilado entre 0.87 a 0.95, lo que demuestra que el análisis es correcto.

El análisis de los datos obtenidos mediante las herramientas Ergonautas y Ergosoft Pro, aplicando la metodología RULA, permitió identificar que un 50% de las posturas evaluadas requieren acción inmediata, mientras que un 18.75% presentan un riesgo medio, destacando problemas críticos en el brazo izquierdo 31.25% y el cuello 25%. Se plantearon estrategias correctivas como ajustes en asientos y controles de los vehículos, implementación de pausas activas y programas de capacitación en posturas seguras, alineadas con normativas internacionales como la ISO 45001:2018 y la ISO 11226.

## RECOMENDACIONES

Como la revisión sistemática ha demostrado que las intervenciones ergonómicas pueden disminuir los trastornos musculoesqueléticos (TME) en un 30%, se recomienda el establecimiento de un programa global de intervenciones ergonómicas en el Garage Municipal. Se sugiere que tal programa incorpore las adaptaciones de los puestos de trabajo: ajustes en la distribución y en el diseño de los asientos de los vehículos y mejora de los controles con la finalidad de disminuir el riesgo en las posturas críticas que se habían identificado: el brazo izquierdo y el cuello. Así mismo, es conveniente que se pueda comprobar periódicamente la efectividad de las intervenciones que se ponen en marcha de forma continua a través de la utilización del método RULA y de herramientas como Ergonautas y Ergosoft Pro.

Mantener el uso de un enfoque metodológico sistemático en la obtención de datos que den cuenta de la realización de tareas, recurriendo para ello a las herramientas que se han mostrado como validadas. Se recomienda realizar valoraciones periódicas y un seguimiento sistemático con las herramientas mencionadas para garantizar que los datos seguirán siendo representativos y darán cuenta de forma veraz de los riesgos ergonómicos a los que están expuestos los conductores. Esto permitirá realizar modificaciones de forma continua en las intervenciones ergonómicas, optimizando las estrategias preventivas y correctivas en la mejora continua de las condiciones de trabajo.

Implementar descansos activos durante la jornada laboral, con ejercicios de estiramiento específicos para reducir la tensión muscular en áreas vulnerables, como los brazos y el cuello, y evitar la fatiga postural. Proporcionar formación regular a los trabajadores sobre las mejores prácticas para adoptar posturas ergonómicas, utilizando simulaciones prácticas y siguiendo las normativas internacionales para la prevención de trastornos musculoesqueléticos. Realizar modificaciones en los puestos de trabajo, como la regulación de los asientos y los controles de los vehículos, para minimizar las posturas incorrectas y el riesgo en áreas críticas como el brazo izquierdo y el cuello.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arriola, A., & Chávez, C. (2023). Evaluación ergonómica en el teletrabajo: una revisión sistemática de herramientas utilizadas. *CienciAmérica*, 12(1). <https://doi.org/10.33210/ca.v12i1.416>
- Barbosa et al. (2023). *Evaluación de riesgo ergonómico mediante el método REBA a linieros de trabajo en alturas de la empresa eléctrica Cotopaxi*. <https://doi.org/https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i6.886>
- Bermudez-Lopez, X. Y., Cahahuanca-Pacahuala, R. M., Sánchez-García, A., & Wong-Jo, L. E. (2024). Ergonomic improvement using the Rula method to reduce occupational diseases in heavy load transportation Lurigancho Chosica, 2023. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.588>
- Cando, D., Gaibor, J., Guamán, Á., & García, E. (2022). Autonomous System Based on Artificial Vision for the Ergonomic Evaluation of Forced Postures. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of S.T.E.A.M.* <https://doi.org/10.18502/epoch.v2i4.11746>
- Cantor, S. P., Uribe, M. V., Briceño, B. D. S., Torres-Pérez, Y., & Gómez-Pachón, E. Y. (2023). Design, Instrumentation and Ergonomic Evaluation of a Beehive Model with Melaria Supers in Radial Distribution. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 24(2). [https://doi.org/10.21930/rcta.vol24\\_num2\\_art:2838](https://doi.org/10.21930/rcta.vol24_num2_art:2838)
- Carrasco, J., López Asqui, A. I., & Barreno Gadway, A. D. (2023). Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño laboral. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2). <https://doi.org/10.56712/latam.v4i2.836>
- Cevallos Tapia, L. A., Córdova Suárez, M. A., Vega Falcón, V., & Villacres Cevallos, E. P. (2021). Diseño ergonómico del puesto de trabajo de cajera en supermercado con exposición a posturas incómodas. *ConcienciaDigital*, 4(2), 198–226. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1662>
- Chávez Cujilán, Y. T., & Moran Olvera, B. M. (2022). La ergonomía y los métodos de evaluación de carga postural. *AlfaPublicaciones*, 4(1.1), 279–292. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.1.159>

- Cifuentes-Marín, J. B., Schrebler-Guzmán, C. P., Parra-Salazar, R. M., Sabelle-Garcés, C. N., Alvial-Barra, M. T., & Araya-González, C. P. (2023). Evidencia sobre instrumentos para medir el trabajo repetitivo y los efectos que provoca a nivel músculo esquelético: una revisión de alcance. *EID. Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 5(2), 37–49. <https://doi.org/10.29393/eid5-12eijc60012>
- Cohen Padilla, H., Carrillo Landazabal, M., & Bedoya Marrugo, E. (2020). Análisis del impacto ergonómico asociado a la manipulación de cargas en trabajadores de equipos de perforación del sector petrolero. *Nova*, 18(34), 109–124. <https://doi.org/10.22490/24629448.3923>
- Danylak, S., Walsh, L. J., & Zafar, S. (2024). Measuring ergonomic interventions and prevention programs for reducing musculoskeletal injury risk in the dental workforce: A systematic review. In *Journal of Dental Education* (Vol. 88, Issue 2, pp. 128–141). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/jdd.13403>
- Eldar, R., & Fisher-Gewirtzman, D. (2020). E-worker postural comfort in the third-workplace: An ergonomic design assessment. *Work*, 66(3), 519–538. <https://doi.org/10.3233/WOR-203195>
- Espinosa et al. (2023). Propuesta de diseño ergonómico de descanso provisional en puesto de trabajo para surtidores de gasolina y diésel en estaciones de servicio en el Estado de Nayarit, México. *Artículo Científico* . <https://doi.org/https://doi.org/10.15765/gsst.v5i2.3711>
- Gallego-Galán, I. (2020). *Investigación de Mercado: Diseño de la investigación: cuestionario y muestra. Investigación de Mercados I.* [https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/19763/Dise%C3%B1o%20de%20la%20investigaci%C3%B3n\\_cuestionario%20y%20muestra.pdf?sequence=1](https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/19763/Dise%C3%B1o%20de%20la%20investigaci%C3%B3n_cuestionario%20y%20muestra.pdf?sequence=1)
- Gómez-Galán, M., Callejón-Ferre, Á. J., Pérez-Alonso, J., Díaz-Pérez, M., & Carrillo-Castrillo, J. A. (2020). Musculoskeletal risks: RULA bibliometric review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 17, Issue 12, pp. 1–52). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124354>
- Gorde, M. S., & Borade, A. B. (2020). THE ERGONOMIC ASSESSMENT OF CYCLE RICKSHAW OPERATORS USING RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA) TOOL

- AND RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT (REBA) TOOL. *System Safety: Human - Technical Facility - Environment*, 1(1), 219–225. <https://doi.org/10.2478/czoto-2019-0028>
- Hernández Sampieri, R. , F. C. C. , & B. L. M. del P. (2014). *Metodología de la investigación (6 Edición)*. MCGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V..
- Humadi, A., Nazarahari, M., Ahmad, R., & Rouhani, H. (2021). Instrumented Ergonomic Risk Assessment Using Wearable Inertial Measurement Units: Impact of Joint Angle Convention. *IEEE Access*, 9, 7293–7305. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3048645>
- Iqbal, M., Golam Mahmood, M., & Rashedul Islam, M. (2023). *An Ergonomic Analysis of Working Posture of Selected Brick Kiln Workers using Rapid Upper Limb Assessment (RULA) and Rapid Entire Body Assessment (REBA) Method*. [https://doi.org/10.24840/2184-0954\\_007-001\\_001848](https://doi.org/10.24840/2184-0954_007-001_001848)
- Kee, D. (2022). Systematic Comparison of OWAS, RULA, and REBA Based on a Literature Review. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Issue 1). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010595>
- Kibria, M. G. (2023). Ergonomic Analysis of Working Postures at a Construction Site Using Rula and Reba Method. *Journal of Engineering Science*, 14(1), 43–52. <https://doi.org/10.3329/jes.v14i1.67634>
- Marin-Vargas, B. J. , & G.-A. J. (2022). Riesgos ergonómicos y sus efectos sobre la salud en el personal de Enfer. *Art, Científico*.
- Martínez Alejandra Guadalupe, D., Gayosso Deysi Guadalupe, M., & Sánchez Alejandra, F. (2024). *Revista NEYART SUBENSAMBLE DE INYECTORES A TRAVÉS DEL MÉTODO RULA EVALUATION OF ERGONOMIC RISKS IN AN INJECTOR SUBASSEMBLY STATION USING THE RULA METHOD*. <https://doi.org/10.61273/neyart.v1i2.48>
- Montoya-Torres, J., Robayo-Barrios, D., & Monroy-Caicedo, S. (2020). Evaluación de la fatiga laboral en conductores de la Cooperativa de Transporte del municipio de Planadas. *IPSA Scientia, Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(1), 143–151. <https://doi.org/10.25214/27114406.1006>

- Nowara, R., Holzgreve, F., Golbach, R., Wanke, E. M., Maurer-Grubinger, C., Erbe, C., Brueggmann, D., Nienhaus, A., Groneberg, D. A., & Ohlendorf, D. (2023). Testing the Level of Agreement between Two Methodological Approaches of the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) for Occupational Health Practice—An Exemplary Application in the Field of Dentistry. *Bioengineering*, *10*(4). <https://doi.org/10.3390/bioengineering10040477>
- Nugraha, M., Rohman, A., & Kostaman, T. (2023). *COMPARISON ANALYSIS OF RULA SCORES ON IMPROVEMENT WORKPLACE DESIGN IN CONCRETE BRICK MANUFACTURING SMEs*. *20*(2), 464–468.
- Obando Herrera, F. E., & Maldonado Dávila, C. I. (2020). Diagnóstico ergonómico de los cambios posturales y evaluación de riesgo ergonómico de un operario zurdo en el manejo de un taladro de pedestal, con el uso de los métodos REBA, RULA y OCRA Checklist. *Industrial Data*, *22*(2), 157–172. <https://doi.org/10.15381/idata.v22i2.15436>
- Quiroz, N. C., & Chang-Say, J. L. (2024). Real-time ergonomic evaluation method using artificial intelligence related to work in the mining sector. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2024.1.1.807>
- Simon, S., Dully, J., Dindorf, C., Bartaguiz, E., Walle, O., Roschlock-Sachs, I., & Fröhlich, M. (2024). Inertial Motion Capturing in Ergonomic Workplace Analysis: Assessing the Correlation between RULA, Upper-Body Posture Deviations and Musculoskeletal Discomfort. *Safety*, *10*(1). <https://doi.org/10.3390/safety10010016>
- Solís Carcaño, R., Zavala Barrera, D., & Audeves Pérez, S. A. (2023). Evaluación ergonómica en trabajos de construcción en el sureste de México. *Ingeniería y Desarrollo*, *41*(02), 195–212. <https://doi.org/10.14482/inde.41.02.001.525>
- Suarjana, I. W. G., Pomalingo, Moh. F., & Fathimah, F. (2023). Evaluation of work posture using Rapid Upper Limb Assessment (RULA) methods: a case study. *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, *7*(1), 55–61. [https://doi.org/10.24840/2184-0954\\_007-001\\_001848](https://doi.org/10.24840/2184-0954_007-001_001848)

- Suhra, A., Hidayat, R., & Ahsan, A. F. (2023). Work Posture Analysis with REBA and RULA Method on Production Operators Repair and Maintenance of LPG 3Kg at PT. XYZ. In *Technium: Romanian Journal of Applied Sciences and Technology* (Vol. 17). [www.techniumscience.com](http://www.techniumscience.com)
- Tapia Urgilez, E. V., & Reinoso Avecillas, M. B. (2023). Evaluación de riesgos Ergonómicos del personal Docente de la Universidad Católica de Cuenca, Extensión Cañar. *Pacha. Revista de Estudios Contemporáneos Del Sur Global*, 5(13), e240238. <https://doi.org/10.46652/pacha.v5i13.238>
- Torres, Y., & Rodríguez, Y. (2020). Emergence and evolution of ergonomics as a discipline: Reflections on the school of human factors and the school of ergonomics of the activity. *Revista Facultad Nacional de Salud Publica*, 39(2). <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.e342868>
- Widiyawati, S., Lukodono, R. P., Lustyana, A. T., & Pradana, I. A. (2020). Investigation of the risk of daily officer work posture based on rapid upper limb assessment (rula) method. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 8(1), 24–31. <https://doi.org/10.13189/saj.2020.080103>
- Yanza Lituma, R. E., & Quinde Alvear, A. G. (2024). Riesgos psicosociales en los conductores del sindicato de choferes profesionales de Gualaceo- Ecuador. *Religación*, 9(40), e2401165. <https://doi.org/10.46652/rgn.v9i40.1165>

# ANEXOS

## Anexo A. Evaluación de carga postural (Método RULA)

### Datos de la Evaluación

---

#### Información del puesto

---

*Identificador del puesto:* 001

*Empresa:* Ergonautas S.A.

*Departamento/Área:* Logística Vehicular

*Sección:* Sección A

*Descripción:* Conducción de la de vehículos pesados y livianos

#### Información del trabajador

---

*Nombre/Identificador:*      *Edad:*

*Antigüedad en el puesto:*      *Sexo:*

*Tiempo que ocupa el puesto por jornada:*

*Duración de la jornada laboral:*

#### Información de la evaluación

---

*Evaluador:* Angel Vera Rodriguez

*Fecha de la evaluación:* 28/10/2024 12:18

*Firma del evaluador:*

Anexo B. Formato Cuestionario Nórdico (NMQ)



# Cuestionario Nórdico

Evaluador:																												
Método:																												
Entidad:																												
Área	Participantes																											
Zona Corporal	CUELLO			HOMBRO				ESPALDA						CODO				MUÑECAS/MANOS				CADERAS/MUSLOS						
Participante	12 meses	Impacto en el trabajo	7 días	12 meses	Derecho, Izquierdo o Ambos	Impacto en el trabajo	7 días	Derecho, Izquierdo o Ambos	Superior (12 meses)	Superior (Impacto en el trabajo)	Superior (7 días)	Baja (12 meses)	Baja (Impacto en el trabajo)	Baja (7 días)	12 meses	Derecho, Izquierdo o Ambos	Impacto en el trabajo	7 días	Derecho, Izquierdo o Ambos	12 meses	Derecha, Izquierda o Ambas	Impacto en el trabajo	7 días	Derecha, Izquierda o Ambas	12 meses	Impacto en el trabajo	7 días	
1																												
2																												
3																												
4																												
5																												
6																												
7																												
8																												
9																												
10																												
11																												
12																												
13																												
14																												
15																												
16																												
17																												
18																												
19																												
20																												
21																												
22																												
23																												
24																												
25																												
26																												
27																												
28																												
29																												
30																												
31																												
32																												
33																												
34																												
35																												
36																												

Anexo C. Respuestas Cuestionario Nórdico (NMQ)



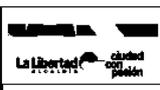
# Cuestionario Nórdico

Evaluador:		Vera Rodriguez Angel										Vehículos Pesados y Livianos																
Método:	Rula																											
Entidad:	Garaje Municipal																											
Área:	Logística Vehicular										Participantes											36						
Zona Corporal	CUELLO				HOMBRO				ESPALDA				CODO				MUÑECAS/MANOS				CADERAS/MUSLOS							
Participante	12 meses	Impacto en el trabajo	7 días	12 meses	Derecho, Izquierdo o Ambos	Impacto en el trabajo	7 días	Derecho, Izquierdo o Ambos	Superior (12 meses)	Superior (Impacto en el trabajo)	Superior (7 días)	Baja (12 meses)	Baja (Impacto en el trabajo)	Baja (7 días)	12 meses	Derecho, Izquierdo o Ambos	Impacto en el trabajo	7 días	Derecho, Izquierdo o Ambos	12 meses	Derecha, Izquierda o Ambos	Impacto en el trabajo	7 días	Derecha, Izquierda o Ambos	12 meses	Impacto en el trabajo	7 días	
1	Sí	No	Sí	Sí	Derecho	No	Sí	Derecho	No	N/A	No	Sí	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	Sí	
2	No	No	No	Sí	Izquierdo	Sí	No	Ambos	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	Sí	Izquierda	No	No	Izquierda	No	No	No	
3	Sí	Sí	Sí	No	N/A	N/A	No	N/A	Sí	Sí	No	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No
4	Sí	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	Sí	Derecho	No	No	Derecho	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
5	Sí	Sí	Sí	Sí	Ambos	Sí	Sí	Ambos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	Sí	Derecha	Sí	Sí	Derecha	No	No	No	
6	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
7	Sí	Sí	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	
8	Sí	No	Sí	Sí	Derecho	No	No	Derecho	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
9	Sí	No	Sí	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	
10	Sí	Sí	Sí	Sí	Derecho	No	No	Derecho	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	Sí	No	No	
11	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	Sí	Izquierda	No	No	Izquierda	No	No	Sí	
12	Sí	Sí	No	Sí	Ambos	Sí	Sí	Ambos	Sí	Sí	Sí	No	N/A	No	Sí	Derecho	No	No	Derecho	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
13	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	Sí	Sí	Sí	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
14	Sí	Sí	Sí	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	Sí	No	No	
15	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	
16	Sí	No	No	Sí	Derecho	No	No	Derecho	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
17	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	Sí	No	Sí	
18	Sí	No	Sí	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	
19	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
20	Sí	No	Sí	Sí	Derecho	No	No	Derecho	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
21	Sí	Sí	Sí	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	Sí	No	No	
22	No	No	No	Sí	Izquierdo	No	No	Izquierdo	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
23	Sí	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
24	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
25	Sí	No	Sí	Sí	Ambos	No	No	Ambos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	No	N/A	No	Sí	Derecha	Sí	No	Sí		
26	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
27	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
28	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
29	Sí	Sí	Sí	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	Sí	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	Sí	No	No	
30	Sí	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
31	Sí	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	Sí	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
32	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
33	Sí	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
34	Sí	Sí	Sí	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	Sí	Sí	Sí	No	N/A	No	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
35	No	No	No	Sí	Izquierdo	No	No	Izquierdo	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	
36	No	No	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	N/A	N/A	No	N/A	No	N/A	No	No	N/A	No	No	No	

## Anexo D. Cuestionario adicional

	<b>Cuestionario Adicional</b>				<b>Cantidad 36</b>			
	<b>Región Corporal</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Comentarios</b>	<b>Categoría</b>	<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	<b>Comentarios</b>
A. Cuello	1. ¿Ha tenido dolor o malestar en el cuello en los últimos 12 meses?	Sí/No			A. Postura durante la Conducción	1. ¿Siente malestar por mantener una postura prolongada durante la conducción?	Sí/No	
	2. ¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?	Sí/No				2. ¿En qué parte del cuerpo siente más molestias?		
	3. ¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en el cuello?	Sí/No			B. Uso Prolongado del Volante y Pedales	1. ¿Ha experimentado dolor o malestar por el uso prolongado del volante o los pedales?	Sí/No	
				2. ¿En qué parte del cuerpo siente más molestias?				
B. Hombros	1. ¿Ha tenido dolor o malestar en los hombros en los últimos 12 meses?	Sí/No			C. Vibraciones del Vehículo	1. ¿Las vibraciones del vehículo le generan dolor o malestar?	Sí/No	
	2. ¿Derecho, izquierdo, o ambos?					2. ¿En qué parte del cuerpo lo siente?		
	3. ¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?	Sí/No						
	4. Si respondió "Sí", ¿cuántos días no pudo trabajar debido al malestar?							
	5. ¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en los hombros?	Sí/No						
	6. ¿Derecho, izquierdo, o ambos?							
C. Espalda Superior	1. ¿Ha tenido dolor o malestar en la espalda superior en los últimos 12 meses?	Sí/No						
	2. ¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?	Sí/No						
	3. Si respondió "Sí", ¿cuántos días no pudo trabajar debido al malestar?							
	4. ¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en la espalda superior?	Sí/No						
D. Espalda Baja	1. ¿Ha tenido dolor o malestar en la espalda baja en los últimos 12 meses?	Sí/No						
	2. ¿Este malestar ha afectado su capacidad para trabajar en los últimos 12 meses?	Sí/No						
	3. Si respondió "Sí", ¿cuántos días no pudo trabajar debido al malestar?							
	4. ¿Ha experimentado dolor en los últimos 7 días en la espalda baja?	Sí/No						

Anexo E. Flota vehicular del Gad La Libertad

FLOTA VEHICULAS DEL GAD LA LIBERTAD						
N° de Vehículo	41	Observación		 		
Vehículos pesados	23	En este caso se descartaron 3 Vehículos pesados por estar en mantenimiento hasta el próximo año				
Vehículos livianos	18					
DESCRIPCIÓN				Inspección	Angel Vera	
ITEM	No. MÓVIL	Número de pla	Marca/Modelo		Color	Tipo de vehículo o equipamiento
1	M-01	YEA - 1823	GREAT WALL	WINGLE 7 AC 2,0 CD 4X2 TM DIESEL	BLANCO	CAMIONETA 4X2
2	M-02	YMA - 1015	CHEVROLET	D-MAX CRDI AC 3.0 CD 4X4 TM DIESEL (2015)	BLANCO	CAMIONETA 4X4
3	M-03	YMA - 1022	CHEVROLET	D-MAX CRDI AC 3.0 CD 4X4 TM DIESEL	BLANCO	CAMIONETA 4X4
4	M-04	YMA - 1008	CHEVROLET	LUV-D MAX C/DVG 4X4 TM DIESEL	BLANCO	CAMIONETA
5	M-05	YMA - 1025	CHEVROLET	D-MAX CRDI AC 3.0 CD 4X4 TM DIESEL	BLANCO	CAMIONETA 4X5
6	M-06	S/P	MITSUBISHI	CAMION CANTER 4D 34	BLANCO	CAMION
7	M-07	GMQ - 1008	CHEVROLET	KODIAK IS7 6,6 2 4X2 TM DIESEL	VERDE	VOLQUETA
8	M-15	YMA - 0004	CHEVROLET	LUV - D MAX C/D DIESEL 4X2 T/M	BLANCO	CAMIONETA
9	M-16	YMA - 0005	CHEVROLET	LUV - D MAX C/D DIESEL 4X2 T/M	BLANCO	CAMIONETA
10	M-17	YMA - 0007	CHEVROLET	LUV - D MAX C/D DIESEL 4X2 T/M	BLANCO	CAMIONETA
11	M-18	YMA - 1009	CHEVROLET	FVR 32 G CHASIS CABINADO	BLANCO	VOLQUETA
12	M-19	YMA - 1000	CHEVROLET	FVR 32 G CHASIS CABINADO	AMARILLO	VOLQUETA
13	M-20	S/P	CHEVROLET	INTERNACIONAL 4900DT 466	AMARILLO	VOLQUETA
14	M-21	YMA-1029	MAZDA	BT - 50 STD CRD FL AC 2.5 CD	BLANCO	CAMIONETA 4X3
15	M-22	YMQ - 1006	CHEVROLET	LUV - D MAX C/D DIESEL 4X2 T/M	BLANCO	CAMIONETA
16	M-23	YMA - 0014	CHEVROLET	LUV - D MAX C/D DIESEL 4X2 T/M	BLANCO	CAMIONETA
17	M-24	YMA - 0013	CHEVROLET	LUV - D MAX C/D DIESEL 4X2 T/M	BLANCO	CAMIONETA
18	M-25	YMA - 0015	CHEVROLET	LUV - D MAX C/D DIESEL 4X2 T/M	PLOMO	CAMIONETA
19	M-27	YEA - 1824	GREAT WALL	WINGLE 7 AC 2,0 CD 4X2 TM DIESEL	ROJO	CAMIONETA 4X3
20	M-28	YMA - 1030	CHEVROLET	NPR 75 H BLUE STD 5.22P 4X2 TM	BLANCO	CAMION
21	M-29	YMA - 1095	CHEVROLET	D-MAX CRDI AC 3.0 CD 4X4 TM DIESEL	AZUL	CAMIONETA
22	M-31	YEA - 1822	HINO	FM2PL7D-SG3 AC 10,5 2P 6X4 TM DIESEL CN	PLATEADO	VOLQUETA
23	M-32	YMA - 1097	SINOTRUK	SITRAK T7H ZZ3257V364HCI AC 10,5 2P	AMARILLO	VOLQUETA
24	REC - 1	YMA - 1000	FOTON	EHY5088TXS AC 10,5 2P	BLANCO	BARREDORA 4X2 TM DIESEL
25	REC - 2	YMA - 0025	HINO	GH8JGSD	BLANCO	RECOLECTOR
26	REC - 3	YMA - 0026	HINO	GH8JGSD	AMARILLO	RECOLECTOR
27	REC - 4	YMA - 0027	HINO	GH8JGSD	AMARILLO	RECOLECTOR
28	REC - 5	YMA - 0028	HINO	GH8JGSD	AMARILLO	RECOLECTOR
29	REC - 6	YMA - 0029	HINO	GH8JGSD	AMARILLO	RECOLECTOR
30	REC - 7	YMA - 0030	HINO	GH8JGSD7.7 2P4X2 TM DIESEL	AMARILLO	RECOLECTOR
31	REC - 8	YMA - 0031	HINO	GH8JGSD7.8 2P4X2 TM DIESEL	AMARILLO	RECOLECTOR
32	REC - 9	YMA - 0032	HINO	GH8JGSD7.9 2P4X2 TM DIESEL	AMARILLO	RECOLECTOR
33	REC - 10	YMA - 0033	CASE	580 SUPER L	AMARILLO	RETROEXCAVADORA
34	REC - 11	YMA - 0034	CATERPILLAR	252B3	AMARILLO	MINICARGADORA
35	REC - 12	YMA - 0035	JHON DERE	320E CAN	AMARILLO	MINICARGADORA
36	REC - 13	YMA - 0036	CATERPILLAR	420E	AMARILLO	RETROEXCAVADORA
37	REC - 14	YMA - 0037	KOMATSU	WB97R - 5EOX	AMARILLO	RETROEXCAVADORA
38	REC - 15	YMA - 0038	CATERPILLAR	CS - 533E	AMARILLO	RODILLO LISO
39	REC - 16	YMA - 0039	KOMATSU	GD555 - 3A	AMARILLO	MOTONIVELADORA
40	REC - 17	YMA - 0040	KOMATSU	PC220LC - 8M0	AMARILLO	EXCAVADORA HIDRAULICA
41	REC - 18	YMA - 0041	KOMATSU	WB97R - 5EO	AMARILLO	RETROEXCAVADORA

## Anexo F. Impacto Ergonómico en la Conducción

Participante	Postura Prolongada (Sí/No)	Parte del cuerpo afectada	Uso prolongado del volante (Sí/No)	Parte del cuerpo afectada	Vibraciones del vehículo (Sí/No)	Parte del cuerpo afectada
1	Sí	Espalda Baja	No	N/A	Sí	Cuello
2	No	N/A	Sí	Manos	No	N/A
3	Sí	Cuello, Espalda Baja	No	N/A	Sí	Espalda Baja
4	No	N/A	Sí	Manos	No	N/A
5	Sí	Espalda Baja	Sí	N/A	Sí	Hombros
6	No	N/A	No	N/A	No	N/A
7	Sí	Espalda Baja, Cuello	No	N/A	No	N/A
8	Sí	Espalda Baja	Sí	Manos	No	N/A
9	No	N/A	Sí	Manos	Sí	Cuello
10	Sí	Cuello, Espalda Baja	No	N/A	No	N/A
11	No	N/A	No	N/A	No	N/A
12	Sí	Espalda Baja	Sí	Manos	Sí	Espalda Baja
13	Sí	Cuello, Hombros	No	N/A	Sí	Cuello
14	No	N/A	No	N/A	No	N/A
15	Sí	Espalda Baja	No	N/A	Sí	Cuello
16	No	N/A	No	N/A	No	N/A
17	Sí	Cuello, Espalda Baja	Sí	Manos	Sí	Espalda Baja
18	No	N/A	Sí	Manos	No	N/A
19	Sí	Cuello	No	N/A	No	N/A
20	No	N/A	Sí	Manos	No	N/A
21	Sí	Espalda Baja	No	N/A	No	N/A
22	No	N/A	No	N/A	No	N/A
23	Sí	Cuello	Sí	Manos	Sí	Cuello
24	No	N/A	Sí	Manos	No	N/A
25	Sí	Espalda Baja	No	N/A	Sí	Espalda Baja
26	No	N/A	No	N/A	No	N/A
27	Sí	Cuello	No	N/A	No	N/A
28	No	N/A	No	N/A	No	N/A
29	Sí	Espalda Baja, Hombros	No	N/A	Sí	Cuello
30	No	N/A	Sí	Manos	No	N/A
31	Sí	Espalda Baja	No	N/A	No	N/A
32	No	N/A	No	N/A	No	N/A
33	Sí	Espalda Baja	Sí	Manos	Sí	Espalda Baja
34	No	N/A	Sí	Manos	No	N/A
35	Sí	Espalda Baja, Cuello	No	N/A	No	N/A
36	Sí	Espalda Baja	No	N/A	Sí	Cuello, Hombros

Postura Prolongada		
Espalda Baja	Cuello	Hombro
15	8	2
42%	22%	6%

Uso prolongado del volante
<b>Manos</b>
13
36%

Vibraciones del vehículo		
Cuello	Espalda Baja	Hombro
7	5	2
19%	14%	6%

## Anexo G. Frecuencia de molestias

		Parte del Cuerpo					
Conductor	Tipo de vehículo	Cuello	Hombro	Espalda	Codo	Muñecas/Manos	Cadera/Muslos
1	Liviano	Si	Si	No	No	No	Si
2	Liviano	No	No	No	No	No	No
3	Liviano	Si	No	No	No	No	No
4	Liviano	No	No	Si	No	No	No
5	Liviano	Si	Si	Si	No	Si	No
6	Liviano	No	No	No	No	No	No
7	Pesado	Si	Si	Si	No	No	Si
8	Liviano	Si	No	No	No	No	No
9	Liviano	Si	No	No	No	No	No
10	Liviano	Si	No	No	No	No	No
11	Pesado	Si	Si	Si	No	No	Si
12	Pesado	No	Si	Si	No	Si	No
13	Pesado	No	Si	No	Si	No	Si
14	Liviano	Si	No	No	No	No	No
15	Liviano	No	No	No	No	No	No
16	Liviano	No	No	No	No	No	No
17	Liviano	No	No	No	No	No	Si
18	Liviano	Si	No	No	No	No	No
19	Pesado	Si	No	Si	No	Si	Si
20	Liviano	Si	No	No	No	No	No
21	Liviano	Si	No	No	No	No	No
22	Pesado	No	Si	Si	No	No	Si
23	Pesado	Si	Si	No	Si	No	No
24	Pesado	No	No	Si	No	Si	Si
25	Pesado	Si	Si	Si	No	Si	Si
26	Pesado	No	Si	No	No	No	Si
27	Pesado	Si	No	No	No	No	Si
28	Pesado	No	Si	Si	No	No	Si
29	Pesado	Si	Si	No	No	No	No
30	Pesado	No	Si	Si	No	Si	Si
31	Pesado	Si	No	No	No	No	Si
32	Pesado	No	Si	Si	No	No	No
33	Pesado	Si	Si	No	No	No	Si
34	Pesado	Si	No	No	No	No	Si
35	Pesado	No	Si	Si	No	No	Si
36	Pesado	Si	No	No	No	No	Si

General	Vehículos	
	Pesados	Livianos
Cuello	58%	36%
Hombro	31%	8%
Espalda Superior	11%	8%
Espalda Baja	31%	33%
Codos	600%	0%
Muñecas/Manos	6%	6%
Caderas/Muslo	17%	11%

*Anexo H. Observaciones Directas a conductores del GADMCLL – Garaje*

**Vehículo - Recolector**



**Vehículo – Barredora**



**Vehículo Liviano**



**Retroexcavadora – Volqueta - Excavadora Hidráulica - Motoniveladora**



## Anexo I. Medición de ángulos principales

### Vehículo Liviano



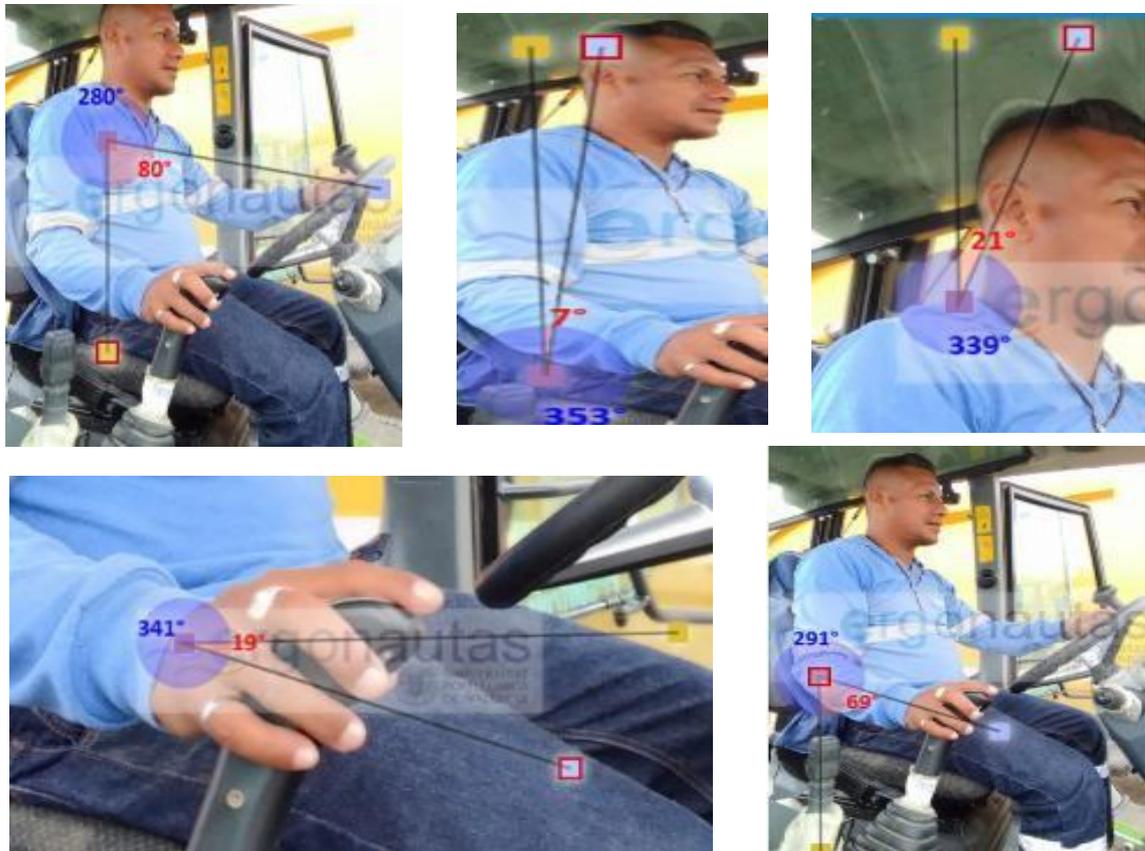
### Vehículo Pesado - Volqueta



### Vehículo Pesado – Recolector



### Vehículo Pesado – Retroexcavadora



## Vehículo Pesado – Motoniveladora



## Anexo J. SOFTWARE ERGONIZA

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

## Anexo K. SOFTWARE ERGOSOFT PRO.

The screenshot displays the 'RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES' (Evaluation Results) section of the ERGOsoft PRO software. The interface includes a sidebar with navigation options for 'EMPRESAS', 'CENTROS', 'PUESTOS', and 'METODOLOGÍAS'. The main area shows a table with columns for 'PUESTO', 'TAREA', 'MÉTODO', 'NIVEL RIESGO', 'FACTOR RIESGO', and 'FECHA EVALUACIÓN'. The table contains five rows of data, each representing a different task and its associated risk level and factor.

PUESTO	TAREA	MÉTODO	NIVEL RIESGO	FACTOR RIESGO	FECHA EVALUACIÓN
CONDUCTOR VEHICULO LIVIANOS	CONDUCIR VEHICULO LIVIANOS	RULA	MEDIO	MOVIMIENTOS REPETIDOS	03-11-2024
CONDUCTOR VEHICULOS PESADOS	VOLQUETA	RULA	MEDIO	MOVIMIENTOS REPETIDOS	06-11-2024
CONDUCTOR VEHICULOS PESADOS	RECOLECTOR	RULA	MEDIO	MOVIMIENTOS REPETIDOS	06-11-2024
CONDUCTOR VEHICULOS PESADOS	RETROEXCAVADORA	RULA	ALTO	MOVIMIENTOS REPETIDOS	06-11-2024
CONDUCTOR VEHICULOS PESADOS	MOTONIVELADORA	RULA	ALTO	MOVIMIENTOS REPETIDOS	06-11-2024

Ergosoft Pro-Gestión						
Puesto	Tarea	Cantidad	Método	Nivel de riesgo	Factor riesgo	Fecha evaluación
conductor	Conducir vehículo liviano	18	Rula	medio	movimientos repetidos	23 - 10 - 2024
conductor vehículo pesados	Volqueta	6	Rula	medio	movimientos repetidos	23 - 10 - 2024
conductor vehículo pesados	Recolector	8	Rula	medio	movimientos repetidos	25 - 10 - 2024
conductor vehículo pesados	Barredora	1	Rula	bajo	movimientos repetidos	25 - 10 - 2024
conductor vehículo pesados	Retroexcavadora	5	Rula	alto	movimientos repetidos	27 - 10 - 2024
conductor vehículo pesados	Motoniveladora	1	Rula	alto	movimientos repetidos	28 - 10 - 2024

**Anexo L. Evaluación Ergonómica (Parte del Cuerpo)**

<b>Vehículo</b>	<b>Parte del Cuerpo</b>	<b>Software</b>	<b>Riesgo Ergonómico</b>	<b>Nivel de actuación</b>
Liviano	Brazo Derecho	Ergoniza 3.5	3	nivel 2
Liviano	Brazo Derecho	ErgoSoft Pro	4	nivel medio
Volqueta	Brazo Izquierdo	Ergoniza 3.5	4	nivel 2
Volqueta	Brazo Izquierdo	ErgoSoft Pro	5	nivel alto
Volqueta	Brazo Derecho	ErgoSoft Pro	4	nivel medio
Volqueta	Cuello y Tronco	ErgoSoft Pro	3	nivel medio
Recolector	Cuello y Tronco	Ergoniza 3.5	4	nivel 2
Recolector	Cuello y Tronco	ErgoSoft Pro	3	nivel medio
Retroexcavadora	Brazo Izquierdo	ErgoSoft Pro	2	nivel 1
Retroexcavadora	Brazo Derecho	ErgoSoft Pro	5	nivel alto
Retroexcavadora	Brazo Izquierdo	ErgoSoft Pro	3	nivel medio
Motoniveladora	Brazo y Antebrazo	Ergoniza 3.5	2	nivel 1
Motoniveladora	Brazo y Antebrazo	Ergo Soft Pro	3	nivel medio

## Anexo M. Instrumento de recolección de datos

Dimensiones / Indicadores / Ítems		Escala		
		1. No	2.-Tal	3. Si
<b>Dimensión 1: Frecuencia de trastornos</b>				
<b>Indicador: Número de incidentes reportados en un período específico</b>				
1	¿Ha experimentado dolor o molestias musculares después de realizar tareas del trabajo?	1	2	3
2	¿Se reportan con frecuencias incidentes relacionados con el malestar físico en su lugar de trabajo?	1	2	3
<b>Indicador: Evaluación de la eficacia de las mejoras ergonómicas implementadas</b>				
3	¿Siente que las mejoras ergonómicas implementadas en su puesto de trabajo reducirán las molestias físicas?	1	2	3
4	¿Cree que las herramientas y equipos actuales han mejorado su comodidad y bienestar físico durante la jornada?	1	2	3
<b>Indicador: Frecuencia de evaluaciones ergonómicas periódicas</b>				
5	¿Se evalúan las condiciones ergonómicas en su entorno de trabajo?	1	2	3
6	¿Ha recibido alguna evaluación ergonómica en su puesto de trabajo durante el último año?	1	2	3
<b>Dimensión 2: Severidad de los trastornos</b>				
<b>Indicador: Informes de salud ocupacional</b>				
7	¿Ha informado a su supervisor o área de salud ocupacional sobre dolores o molestias relacionados con su trabajo?	1	2	3
8	¿Siente que los informes de salud ocupacional han resultado en cambios que mejoran su bienestar físico?	1	2	3
<b>Indicador: Tasa de trastornos graves vs. Leves</b>				
9	¿Ha sufrido algún trastorno físico que considere grave debido a posturas o esfuerzos durante el trabajo?	1	2	3
10	¿Considera que las molestias físicas que ha experimentado son leves?	1	2	3
<b>Dimensión 3: Cumplimiento de recomendaciones ergonómicas</b>				
<b>Indicador: Número de empleados capacitados</b>				
11	¿Ha recibido capacitación ergonómica sobre cómo adoptar posturas correctas en su puesto de trabajo?	1	2	3
12	¿Cree que la capacitación ayudará a reducir las molestias físicas durante el trabajo?	1	2	3
<b>Indicador: Nivel de satisfacción de los participantes</b>				
13	¿Considera necesario recibir información sobre ergonomía en su entorno laboral?	1	2	3
14	¿Cree que las medidas ergonómicas que se implementarán mejorarán su desempeño y comodidad en el trabajo?	1	2	3
<b>Indicador: Adherencia a procedimientos ergonómicos</b>				
15	¿Adoptará los procedimientos ergonómicos que se le recomendará durante su trabajo diario?	1	2	3
16	¿Considera que los procedimientos ergonómicos serán efectivos para reducir el malestar físico?	1	2	3
<b>Indicador: Reportes de comportamientos ergonómicos</b>				
17	¿Ha recibido retroalimentación de sus supervisores sobre su postura o el uso de equipos ergonómicos?	1	2	3
18	¿Considera que su comportamiento en relación con la ergonomía mejorará con la implementación de medidas ergonómicas?	1	2	3
19	¿Cree que notará una reducción significativa en el dolor o malestar físico tras la implementación de medidas ergonómicas en su entorno?	1	2	3
20	¿Siente que los cambios ergonómicos en el equipo o las condiciones de trabajo serán efectivos para mejorar su comodidad y reducir el cansancio físico?	1	2	3

Anexo N. Validez del instrumento de recolección de datos

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEMS	ESCALA			CRITERIOS DE EVALUACIÓN								OBSERVACIÓN Y/O RECOMENDACIÓN				
				SI	NO	TALVEZ	RELACION ENTRE LA VARIABLE Y LA DIMENSIÓN		RELACION ENTRE LA DIMENSIÓN Y EL INDICADOR		RELACION ENTRE EL INDICADOR Y EL ITEM		RELACION ENTRE EL ITEM Y LA OPCIÓN DE						
							Si	No	Si	No	Si	No	Si	No					
Variables dependientes: Condiciones ergonómicas (Reducción de trastornos musculoesqueléticos)	Frecuencia de trastornos	Número de incidentes reportados en un período específico	1 ¿Ha experimentado dolor o molestias musculares después de realizar tareas del trabajo?				X		X		X		X						
			2 ¿Se reportan con frecuencias incidentes relacionados con el malestar físico en su lugar de trabajo?								X		X						
		Evaluación de la eficacia de las mejoras ergonómicas implementadas	3 ¿Siente que las mejoras ergonómicas implementadas en su puesto de trabajo reducirán las molestias físicas?								X		X		X		X		
			4 ¿Cree que las herramientas y equipos actuales han mejorado su comodidad y bienestar físico durante la jornada?												X		X		
		Frecuencia de evaluaciones ergonómicas periódicas	5 ¿Se evalúan las condiciones ergonómicas en su entorno de trabajo?								X		X		X		X		
			6 ¿Ha recibido alguna evaluación ergonómica en su puesto de trabajo durante el último año?												X		X		
	Severidad de los trastornos	Informes de salud ocupacional	7 ¿Ha informado a su supervisor o área de salud ocupacional sobre dolores o molestias relacionados con su trabajo?				X		X		X		X						
			8 ¿Siente que los informes de salud ocupacional han resultado en cambios que mejoran su bienestar físico?								X		X						
		Tasa de trastornos graves vs. Leves	9 ¿Ha sufrido algún trastorno físico que considere grave debido a posturas o esfuerzos durante el trabajo?								X		X		X		X		
			10 ¿Considera que las molestias físicas que ha experimentado son leves?												X		X		
	Cumplimiento de recomendaciones ergonómicas	Número de empleados capacitados	11 ¿Ha recibido capacitación ergonómica sobre cómo adoptar posturas correctas en su puesto de trabajo?				X		X		X		X						
			12 ¿Cree que la capacitación ayudará a reducir las molestias físicas durante el trabajo?								X		X						
		Nivel de satisfacción de los participantes	13 ¿Considera necesario recibir información sobre ergonomía en su entorno laboral?								X		X		X		X		
			14 ¿Cree que las medidas ergonómicas que se implementarán mejorarán su desempeño y comodidad en el trabajo?												X		X		
		Impacto del uso de equipos de protección personal	15 ¿Adoptará los procedimientos ergonómicos que se le recomendará durante su trabajo diario?								X		X		X		X		
			16 ¿Considera que los procedimientos ergonómicos serán efectivos para reducir el malestar físico?												X		X		
		Adherencia a procedimientos ergonómicos	17 ¿Ha recibido retroalimentación de sus supervisores sobre su postura o el uso de equipos ergonómicos?								X		X		X		X		
			18 ¿Considera que su comportamiento en relación con la ergonomía mejorará con la implementación de medidas ergonómicas?												X		X		
		Reportes de comportamientos ergonómicos	19 ¿Cree que notará una reducción significativa en el dolor o malestar físico tras la implementación de medidas ergonómicas en su entorno?								X		X		X		X		
			20 ¿Siente que los cambios ergonómicos en el equipo o las condiciones de trabajo serán efectivos para mejorar su comodidad y reducir el cansancio físico?												X		X		X

**Anexo O. Validación de instrumento por Experto 1**

**Validación de instrumento por Experto 1**

**Nombre del instrumento:** Cuestionario de reducción de trastornos musculoesqueléticos

**Objetivo:** Conocer la escala valorativa de una "EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LA POSTURA LABORAL UTILIZANDO LA METODOLOGÍA RULA EN EL GARAJE MUNICIPAL, LA LIBERTAD, ECUADOR 2024".

**Dirigido a:** Representantes y trabajadores del GADMCLL.

**Apellidos y nombres del evaluador:** Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett  
**Grado académico del experto evaluador:** Ingeniero Industrial,  
Magister en Seguridad, Higiene Industrial y Salud Ocupacional.  
Doctor en Ciencias ambientales.

**Áreas de experiencia profesional:** Social  Educativa (  )

**Institución donde labora:** Universidad Estatal Península de Santa Elena

**Tiempo de experiencia Profesional en el área:** 35 años

**Valoración:**

Bueno	Regular	Malo
x		

La Libertad, 25 de agosto del 2024

Ing. Gerardo Antonio Herrera Brunett, PhD.  
C.I: 0909254260  
Experto 1

Anexo P. Cronograma de Plan de trabajo

CRONOGRAMA DEL PLAN DE TRABAJO (400 horas)																				
		TIEMPO TENTATIVO (expresado en meses)																		
ACTIVIDADES DE INVESTIGACIÓN		AÑO 2024																		
(20 HORAS SEMANALES)	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>FASE 1: INTRODUCCIÓN (EL PROBLEMA)</b>																				
Planteamiento, Formulación y Delimitación del Problema.		■	■																	
Desarrollo de la Justificación y Elaboración de objetivos.				■																
<b>FASE 2: CAPITULO I (ESTADO DEL ARTE)</b>																				
Investigación de la Fundamentación Teórica.					■	■														
Formulación de la Hipótesis o Defender y Determinación de Variables.						■														
Presentación del Avance del Trabajo de Titulación.						■	■													
<b>FASE 3: CAPÍTULO II (MARCO METODOLÓGICO)</b>																				
Determinación de la Metodología de la Investigación.								■	■											
Determinación de la Población y Muestra a Estudiar.								■												
Establecimiento de Técnicas y Procedimientos de Investigación.								■												
<b>FASE 4: CAPÍTULO III (RESULTADOS Y DISCUSIÓN)</b>																				
Análisis documental.										■										
Levantamiento de Información.										■	■									
Elaboración de las Fichas de Observación.										■	■									
Objetivo específico 1											■	■								
Objetivo específico 2												■	■							
Objetivo específico 3													■	■						
Elaboración de las Conclusiones y Recomendaciones.														■	■					
Socialización de la Investigación															■	■				
Entrega Formal de la Planificación Estratégica; 100% del Trabajo de Titulación.																■	■			
Defensa del Trabajo de Titulación.																	■	■		
<b>COMPONENTES DE LA ORGANIZACIÓN DEL APRENDIZAJE</b>										<b>HORAS TOTALES</b>					<b>PORCENTAJE DE AVANCE</b>					
Metodología de la investigación										40					10%					
Tutoría del proyecto de investigación										60					15%					
Aprendizaje autónomo										100					25%					
Desarrollo del proyecto de investigación										200					50%					
<b>TOTAL</b>										<b>400</b>					<b>100%</b>					