

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS COHORTE AGOSTO 2018

Tema: “Desarrollo de un sistema semi-automático ergonómico para el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³”

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Grado Académico de Magíster en Administración de Empresas Mención en Sistemas Integrados de Gestión, Calidad, Seguridad y Ambiente

Autor: Ingeniero Juan Carlos Espinoza Freire

Director: Ingeniero Manolo Alexander Córdova Suárez, Mg.

Ambato – Ecuador

2021

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Administración de Empresas

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por el *Ingeniero Santiago Xavier Peñaherrera Zambrano, MBA.*, e integrado por los señores: *Ingeniero Ronal Elicio Moscoso Jácome, PhD.* y *Doctor Sergio Julio Núñez Solano, PhD.*, designados por la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Técnica de Ambato, para receptor el Informe Investigación con el tema: “Desarrollo de un sistema semi-automático ergonómico para el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³” elaborado y presentado por el señor Ing. Juan Carlos Espinoza Freire, para optar por el Grado Académico de Magíster en Administración de Empresas Mención en Sistemas Integrados de Gestión, Calidad, Seguridad y Ambiente; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Ing. Santiago Xavier Peñaherrera Zambrano, MBA.

Presidente y Miembro del Tribunal

Ing. Ronal Elicio Moscoso Jácome, PhD

Miembro del Tribunal

Dr. Sergio Julio Núñez Solano, PhD

Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en Trabajo de Titulación, presentado con el tema: “Desarrollo de un sistema semi-automático ergonómico para el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³”, le corresponde exclusivamente a: *Ingeniero, Juan Carlos Espinoza Freire*, Autor bajo la Dirección del *Ingeniero, Manolo Alexander Córdova Suárez, Magíster*. Director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Juan Carlos Espinoza Freire
c.c.: 1804276994

AUTOR

Ing. Manolo Alexander Córdova Suárez, Mg
c.c.: 1802842508

DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ing. Juan Carlos Espinoza Freire
c.c.: 1804276994

AGRADECIMIENTO

Totalmente agradecido con
Dios por darme la oportunidad
de seguir creciendo
profesionalmente y como
persona.

A mi director quien fue la
base y guía para el desarrollo
de esta investigación.

Y a todos los docentes que
impartieron sus sólidos
conocimientos, durante este
ciclo académico.

DEDICATORIA

Esta meta va dedicada
a mis padres que han
sido mis pilares en mi
formación académica,
y a mi novia por ser mi
apoyo incondicional y
sincero.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

Portada	i
A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Administración de Empresas ...	ii
AUTORÍA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
INTRODUCCIÓN	1
1. TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	2
2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO.....	2
2.1. Área de conocimiento.....	2
2.2. Línea de investigación.....	2
3. INFORMACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	2
3.1. Tiempo de ejecución	2
3.2. Financiamiento	2
3.3. Autor.....	3
4. DESCRIPCIÓN DETALLADA	3
4.1. Definición del problema de la investigación	3
4.2. Objetivos de la investigación	4
4.2.1 Objetivo general.....	4
4.2.2 Objetivos específicos	4
4.3. Justificación de la investigación.....	5
4.4. Marco teórico referencial	5
4.4.1 Antecedentes de Investigación.....	5
4.4.2 Categorías Fundamentales	7
4.3 Marco Teórico.....	9
4.4.4 Hipótesis	21
4.4.5 Señalamiento de Variables de la Hipótesis.....	21
4.5 Metodología.....	21
4.5.1 Enfoque	21
4.5.2 Modalidad básica de la investigación	22

4.5.3 Nivel o tipo de investigación	22
4.5.4 Población y Muestra	23
4.5.5 Operacionalización de variables	24
4.5.6 Recolección de la Información	26
4.5.7 Procesamiento de la información.....	29
5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30
5.1 Análisis y resultados de cajas de transmisión dentro del diagnóstico común ..	30
5.1.1 Caja prueba o modelo	30
5.1.2 Malas posturas	32
5.1.3 Movimientos forzados	35
5.2 Exposición a factores ambientales en diagnóstico común	37
5.2.1 Exposición a ruido	37
5.2.2 Exposición a cambios de temperatura	39
5.2.3 Exposición a químicos disolventes	40
5.3 Análisis del diagnóstico con el sistema Ergonómico	42
5.3.1 Postura adecuada y levantamiento de carga	42
5.4 Encuesta realizada a los trabajadores dentro de un taller automotriz.....	44
5.6 Verificación de la hipótesis	51
5.6.1 Prueba de Normalidad	51
5.6.2 Resultados mediante la correlación de Pearson.....	53
5.7 Conclusiones	54
5.8 Recomendaciones	55
6. PROPUESTA	56
6.1 Datos Informativos	56
6.2 Antecedentes de la Propuesta	56
6.3 Objetivos	57
6.3.1 Objetivo General.....	57
6.3.2 Objetivos Específicos	57
6.4 Justificación.....	57
6.5 Análisis de Factibilidad	58
6.5.1 Política	58
6.5.2 Tecnológica.....	58
6.5.3 Organizacional	59

6.5.4 Ambiental.....	59
6.5.5 Económico	59
6.5.6 Legal	64
6.6 Fundamentación	65
6.6.1 Evaluación con el método REBA con el sistema ergonómico	65
6.6.2 Diseño Mecánico-Ergonómico	81
6.7. Metodología.....	82
6.7.1 Movimientos no forzados	83
6.7.2 Levantamiento de carga con el sistema ergonómico	83
6.7.3 Evaluación de ruido con el sistema ergonómico	84
6.7.4 Matriz de riesgos asociadas a la operación	85
6.8 Administración	88
6.8.1 Planeación.....	88
6.8.2 Organización.....	88
6.8.3 Dirección.....	89
6.8.4 Control	89
6.9 Previsión de la evaluación	90
6.9.1 Mejoras para la propuesta	91
7. REFERENCIAS CITADAS.....	92
8. ANEXOS	94

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Gastos de la Investigación	3
Tabla 2: Evaluación del Riesgo por REBA.....	13
Tabla 3: Población Observada	23
Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente	24
Tabla 5: Operacionalización de la variable dependiente.....	25
Tabla 6: Peso vs Cilindraje promedio	32
Tabla 7: Decibeles máximos y mínimos en diagnóstico común	38
Tabla 8. Puestos de trabajo que pueden generar daños a la salud.....	44
Tabla 9. Presencia de daños a la salud en el puesto de trabajo	45
Tabla 10. Accidentes / Incidentes en el mantenimiento de cajas	46
Tabla 11: Toma de medidas preventivas antes de desarrollar las actividades	47
Tabla 12. Comodidad en el puesto de trabajo	48
Tabla 13. Identificación ergonómica del puesto de trabajo	49
Tabla 14. Molestias Músculo-Esqueléticas en los trabajadores de mantenimiento de cajas de transmisión	50
Tabla 15: Datos obtenidos mediante equipos y encuestas certificadas.....	52
Tabla 16: Normalidad obtenida.....	52
Tabla 17: Correlación de Pearson	53
Tabla 18: Costos de materiales mecánicos	60
Tabla 19: Costos materiales eléctricos	61
Tabla 20: Costos de materiales varios.....	61
Tabla 21: Costos directos	61
Tabla 22: Costos de maquinaria utilizada	62
Tabla 23: Costos de mano de obra	63
Tabla 24: Costos indirectos	63
Tabla 25: Costo total	64
Tabla 26: Costo total final.....	64
Tabla 27: Puntuación del cuello	66
Tabla 28: Puntuación del tronco	68
Tabla 29: Puntuación de las piernas.....	69
Tabla 30: Puntuación del brazo.....	71
Tabla 31: Puntuación del antebrazo	73

Tabla 32: Puntuación de la muñeca	75
Tabla 33: Puntuaciones iniciales del grupo A y B	76
Tabla 34 Puntuación inicial del grupo A	76
Tabla 35: Puntuación inicial del grupo B.....	76
Tabla 36: Puntuaciones para la carga o fuerza.....	77
Tabla 37: Puntuación del tipo de agarre.....	78
Tabla 38: Puntuación C en función de las puntuaciones A y B.....	79
Tabla 39: Puntuación C en función de las puntuaciones A y B.....	80
Tabla 40: Valoración de consecuencia.....	86
Tabla 41: Valoración de exposición.....	86
Tabla 42: Valoración de probabilidad.....	86
Tabla 43: Valoración de la aceptabilidad.....	86
Tabla 44: Matriz de Riesgos del Sistema Ergonómico	87
Tabla 45: Análisis de riesgo de trabajo con el sistema ergonómico	89

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Categorías fundamentales	7
Figura 2. Constelación de la Variable Independiente	7
Figura 3. Constelación de la Variable Dependiente.....	8
Figura 4: Posición estándar de levantamiento.....	10
Figura 5: Esquema de puntuaciones con método REBA	13
Figura 6. Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación	15
Figura 7: Caja de transmisión destapada.....	20
Figura 8: Cámara fotográfica	26
Figura 9: Sonómetro.....	26
Figura 10: Termómetro digital	27
Figura 11: Detector de gases	27
Figura 12: Prototipo del Sistema semi-automático	28
Figura 13: Caja transmisión MAZDA 2.200 cm ³	30
Figura 14: Análisis peso vs cilindraje	31
Figura 15: Levantamiento de carga dentro de un taller automotriz	33
Figura 16: Evaluación de levantamiento de carga dentro de un taller automotriz.....	34
Figura 17: Movimientos forzados	35
Figura 18: Evaluación de movimientos forzados dentro del diagnóstico común	36
Figura 19: Exposición al ruido dentro de un taller automotriz	37
Figura 20: Decibeles durante una jornada de trabajo.....	38
Figura 21: Temperatura corporal	39
Figura 22: Temperatura ambiente vs horas laborables	40
Figura 23: Exposición a combustibles en un taller automotriz.....	41
Figura 24: Diagrama de combustible expuesto el técnico de cajas de transmisión ...	41
Figura 25: Sistema de elevación ergonómico	42
Figura 26: Evaluación con el Sistema ergonómico.....	43
Figura 27: Puestos de trabajo que pueden generar daños a la salud	44
Figura 28: Presencia de daños a la salud en el puesto de trabajo.....	45
Figura 29: Accidentes / Incidentes en el mantenimiento de cajas	46
Figura 30: Toma de medidas preventivas antes de desarrollar las actividades.....	47
Figura 31: Comodidad en el puesto de trabajo.....	48
Figura 32: Identificación ergonómica del puesto de trabajo	49

Figura 33: Molestias Músculo-Esqueléticas en los trabajadores de mantenimiento de cajas de transmisión	50
Figura 34: Posiciones del cuello	66
Figura 35: Posición del cuello con el sistema	67
Figura 36: Posiciones del tronco	67
Figura 37: Posición del tronco con el sistema.....	68
Figura 38: Posiciones de las piernas	69
Figura 39: Posición de las piernas con el sistema	70
Figura 40: Posiciones del brazo	71
Figura 41: Posición del brazo con el sistema	72
Figura 42: Posiciones del antebrazo.....	73
Figura 43: Posición del antebrazo con el sistema	74
Figura 44: Posiciones de la muñeca	74
Figura 45: Posición de la muñeca con el sistema.....	75
Figura 46: Flujo de obtención de puntuaciones en el método REBA.....	80
Figura 47: Diseño mecánico-ergonómico	82
Figura 48: Altura promedio percentil de mesa de apoyo	83
Figura 49: Altura promedio percentil del winche eléctrico	84
Figura 50: Evaluación del ruido con el sistema ergonómico	85

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
COHORTE AGOSTO 2018

TEMA: DESARROLLO DE UN SISTEMA SEMI-AUTOMÁTICO ERGONÓMICO PARA EL DIAGNÓSTICO DE CAJAS DE TRANSMISIÓN AUTOMOTRICES HASTA 3000 cm³.

AUTOR: Ingeniero Juan Carlos Espinoza Freire

DIRECTOR: Ingeniero Manolo Alexander Córdova Suárez, Mg.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Desarrollo Territorial y Empresarial

FECHA: 28 Febrero, 2021

RESUMEN EJECUTIVO

Las cajas de transmisión, con los años de uso, al no realizar mantenimientos preventivos, entre otros factores, son las principales causas que originan algún tipo de daño, por lo que se recurre a un taller automotriz, por tal razón el trabajador quien realiza su actividad mecánica está expuesto a diferentes riesgos laborales, que son parte del mantenimiento automotriz, la cual es considerada como una actividad de alto índice de riesgo. Por tal motivo, para preservar el cuidado en la seguridad y salud laboral del trabajador, que se encarga del diagnóstico de las cajas de transmisión manuales automotrices, se reviso documentos científicos, la observación directa, una encuesta a 10 trabajadores y la evaluación de posturas forzadas y levantamientos de carga por método REBA, dentro de diferentes talleres automotrices. A partir de esto, se desarrolló un sistema ergonómico, para reducir los riesgos laborales, dado que en diferentes observaciones, se identificó altos riesgos ergonómicos con equipos certificados dentro del diagnóstico común, como son exceso de ruido 93,4 dB, químicos disolventes 500 ppm de octano y temperatura de 22°C, y mediante la

evaluación ergonómica con el método REBA, se logró evidenciar que el trabajador está sometido a un nivel de riesgo alto, mientras que en las pruebas de diagnóstico de cajas de transmisión con el sistema ergonómico, el ruido redujo a 85,6 dB y la temperatura a 20,4°C. A su vez con la encuesta realizada en diferentes talleres automotrices se pudo evidenciar la existencia de un alto porcentaje de molestias al final de un turno comprendido de 8 horas, a nivel de las extremidades superiores como es el tronco, el brazo y el antebrazo. Por lo tanto, se implementó el sistema ergonómico en un taller automotriz, se realizó una evaluación ergonómica con el sistema, en donde fue evaluado el trabajador con el sistema semi-automático, proporcionando como resultado, un nivel de riesgo bajo, aceptándose dentro de la microempresa automotriz FAST SOLUTIONS, la cual fue patrocinadora de este proyecto.

DESCRIPTORES: CAJAS DE TRANSMISIÓN, DIAGNÓSTICO, ERGONOMÍA, LEVANTAMIENTOS DE CARGA, MANTENIMIENTO, MÉTODOS ERGONÓMICOS, MOVIMIENTOS FORZADOS, REBA, RIESGOS LABORALES, RUIDO.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
COHORTE AGOSTO 2018

THEME: DEVELOPMENT OF AN ERGONOMIC SEMI-AUTOMATIC SYSTEM FOR THE DIAGNOSIS OF AUTOMOTIVE MANUAL TRANSMISSION BOXES UP TO 3000cm³.

AUTHOR: Ingeniero Juan Carlos Espinoza Freire

DIRETED BY: Ing. Manolo Alexander Córdova Suárez, Mg.

LINE OF RESEARCH: Territorial and Business Development

DATE: 28 February, 2021

EXECUTIVE SUMMARY

The transmission boxes, with the years of use, by not carrying out preventive maintenance, among other factors, are the main causes that cause some type of damage, so an automotive workshop is used, for this reason the worker who performs his Mechanical activity is exposed to different occupational risks, which are part of automotive maintenance, which is considered an activity with a high risk index. For this reason, to preserve care in the occupational health and safety of the worker, who is responsible for the diagnosis of automotive manual transmission boxes, scientific documents, direct observation, a survey of 10 workers and the evaluation of forced postures were reviewed. and load lifting by REBA method, within different automotive workshops. From this, an ergonomic system was developed to reduce occupational risks, since in different observations, high ergonomic risks were identified with certified equipment within the common diagnosis, such as excess noise 93.4 dB, solvent chemicals 500 ppm octane and a temperature of 22oC, and by means

of the ergonomic evaluation with the REBA method, it was possible to show that the worker is subjected to a high level of risk, while in the diagnostic tests of transmission boxes with the ergonomic system, noise reduced to 85.6 dB and the temperature to 20.4oC. In turn, with the survey carried out in different automotive workshops, it was possible to evidence the existence of a high percentage of discomfort at the end of an 8-hour shift, at the level of the upper extremities such as the trunk, arm and forearm. Therefore, the ergonomic system was implemented in an automotive workshop, an ergonomic evaluation was carried out with the system, where the worker was evaluated with the semi-automatic system, providing as a result, a low risk level, being accepted within the automotive micro-company FAST SOLUTIONS, which was a sponsor of this project.

KEYWORDS: (DIAGNOSIS, ERGONOMICS, ERGONOMIC METHODS, FORCED MOVEMENTS, LABOR RISKS, LOAD LIFTING, MAINTENANCE, NOISE, REBA, TRANSMISSION BOXES)

INTRODUCCIÓN

La industria automotriz ha estado en constante desarrollo durante el paso de los años, mediante el uso de tecnología avanzada en lo que compete al mantenimiento, un claro ejemplo a nivel mundial es el equipo de mecánicos de la F1, utiliza equipos y máquinas de alto realce tecnológico y ergonómico, que permiten reducir el tiempo de operación, los riesgos laborales, y muchos factores más; de tal modo se tuvo ese enfoque tecnológico, para poder desarrollar el sistema ergonómico el cual permite diagnosticar cajas de transmisión manuales automotrices, de una forma más amigable con los trabajadores, sin realizar movimientos bruscos o forzados, permitiendo mantener la columna recta el mayor tiempo, sin mayores esfuerzo, durante un turno de 8 horas diarias.

Mejorar el ambiente laboral dentro de un taller automotriz, no es solo la parte mecánica, más bien se puede asumir como la asociación de la parte mecánica en conjunto con una buena gestión administrativa, para poder generar un buen impacto dentro de dicho taller, para que los trabajadores que presten su colaboración se sientan confortables y gustosos de poder trabajar con tecnología gestionada de manera eficiente, dentro de un taller.

Lograr mitigar los riesgos laborales dentro de un taller automotriz, no es solo afrontar las gestiones y gastos las autoridades superiores en la parte administrativa, se puede resumir que la predisposición de cada trabajador por llevar una actividad o trabajo seguro, necesita ser motivado y llevado durante la operación o trabajo propio de campo, mediante charlas, encuentros de seguridad, simulaciones de riesgos, entre otras, que permitan familiarizarse todos los empleadores y trabajadores dentro de algún tipo de industria.

1. TEMA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Desarrollo de un sistema semi-automático ergonómico para el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³.

2. LÍNEA DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA DE POSGRADO

2.1. Área de conocimiento

- Administración de Empresas

2.2. Línea de investigación

- Desarrollo Territorial y Empresarial

3. INFORMACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

3.1. Tiempo de ejecución

23 de noviembre del 2019 hasta el 21 de diciembre del 2020

3.2. Financiamiento

Tabla 1

Gastos de la investigación

RUBRO DE GASTOS	VALOR
1.- Personal de apoyo	\$ 500
2.- Adquisición de equipos	\$ 2300
3.- Material de escritorio	\$ 350
4.- Material bibliográfico	\$ 150
5.- Transporte	\$ 120
6.- Transcripción del informe	\$ 80
7.- Imprevistos	\$ 100

TOTAL

\$ 3600

3.3. Autor

Nombre: Juan Carlos Espinoza Freire

Grado académico: Ingeniero Mecánico

Teléfono: 0980406593 / 032828755

Correo electrónico: juanok1989@gmail.com

4. DESCRIPCIÓN DETALLADA

4.1. Definición del problema de la investigación

Las industrias automotrices han venido evolucionando constantemente durante los años, con la implementación de tecnología avanzada, a lo que compete al ámbito de mantenimiento automotriz a nivel nacional, esta tecnología permite reducir los diferentes tipos de riesgos asociados al diagnóstico o mantenimiento automotriz, en este estudio se hará énfasis en el riesgo ergonómico. Mediante observaciones en talleres, la implementación de maquinarias ergonómicas, ayudarían a reducir los riesgos directamente al trabajador, enfocándose a la seguridad ocupacional.

Entre la calificación en Seguridad y Salud Ocupacional expresada por el Ministerio de Trabajo, cualquier actividad de mantenimiento mecánico es considerada como una actividad de alto riesgo. Es importante verificar los riesgos en el área de talleres, su exposición permanente a diferentes tipos de factores de riesgo ha ocasionado un gran interés para esta investigación.

A nivel provincial se ha visto la necesidad en talleres de mantenimiento algún tipo de sistema o máquina que mejore el análisis de cajas de transmisión, para poder mitigar los riesgos ergonómicos, porque en el mantenimiento de una caja de transmisión, que se realiza habitualmente en un taller los trabajadores están expuestos a factores de riesgo mecánicos, físicos, químicos y ergonómicos.

Actualmente en la localidad la carencia de un sistema mecánico controlado que permita el diagnóstico de cajas de transmisión automotrices, adaptando dicho sistema al hombre, para poder minimizar los riesgos operacionales, o en otras palabras,

el no poder tener un control de los riesgos ergonómicos, se ve necesario adaptar un sistema para del diagnóstico de cajas de transmisión automotrices, para de este modo evitar generar un deterioro en la calidad de vida de los trabajadores, afectando directamente en los objetivos del trabajador y sobre todo efectos negativos que estos podrían generar en su salud. Según Maradei (2018) indica que la ergonomía en el mantenimiento de herramientas es más adecuada si se utiliza la adaptación de un dispositivo diseñado para reducir los riesgos ergonómicos y sobre todo el sistema musculoesquelético.

Para el desarrollo del sistema semi-automático, es necesario tomar datos con equipos directamente en talleres de la localidad, para determinar los riesgos críticos a los cuales están expuestos los trabajadores y estos mitigarlos mediante el desarrollo del sistema, implementado equipos, máquinas entre otros que permitan un control semi-automático de la máquina, pudiendo operar directamente el trabajador para poder prevenir los riesgos ergonómicos dentro a lo que compete a un diagnóstico de cajas de transmisión de manera técnica y segura.

4.2. Objetivos de la investigación

4.2.1 Objetivo general

Determinar la influencia del sistema semi-automático ergonómico en el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³.

4.2.2 Objetivos específicos

- Identificar los factores de riesgo ergonómicos del diagnóstico manual dentro del análisis de cajas de transmisión.
- Evaluar los factores de riesgo ergonómicos crítico en el diagnóstico manual durante el diagnóstico de una caja de transmisión manual.
- Minimizar los riesgos ergonómicos con el sistema semi-automático para el diagnóstico de cajas de transmisión.
- Implementar el sistema semi-automático ergonómico para diagnosticar cajas de transmisión manuales hasta 3000 cm³ en un taller automotriz.

4.3. Justificación de la investigación

Dado que el mantenimiento en máquinas o equipos es considerado una tarea de alto índice a exposición a riesgos ergonómicos, y a su vez que el diagnóstico de transmisiones automotrices no toma dicha validez ergonómica para preservar el cuidado de la salud del trabajador, se ve inmersa dentro de ciertos factores de riesgo expuestos directamente al operador de la máquina, por tal motivo es necesario evaluar dichos factores de riesgo con métodos existentes para el cuidado ergonómico del trabajador, de tal modo que se pueda minimizar enfermedades y accidentes laborales, gestionándolos de manera adecuada y eficiente, garantizando de este modo la seguridad operacional, la salud ocupacional y la calidad del servicio en el diagnóstico de transmisiones manuales automotrices.

Es por esto se pretende desarrollar el sistema ergonómico conjuntamente con el análisis en talleres rudimentarios, donde el diagnóstico de cajas de transmisión se realiza de manera muy insegura y el trabajador como empleador no velan por su seguridad, únicamente por el servicio prestado, en dichos talleres se tomarán las condiciones para el diseño, que permitan poder implementar el sistema controlado que prevenga los riesgos durante el diagnóstico.

Finalmente, todo lo que pueda afectar a los trabajadores con el sistema semi-automático ergonómico dentro del diagnóstico de las cajas de transmisión, va analizarse de manera aplicativa y técnica con un método ergonómico que complemente de manera adecuada esta investigación, y de manera concisa poder mejorar las condiciones de trabajo del operador y su entorno laboral.

4.4. Marco teórico referencial

4.4.1 Antecedentes de Investigación

Mediante diferentes análisis se ha visto que existen estudios y evaluaciones en el que está inmersa la seguridad y la ergonomía dentro del ámbito automotriz, en talleres de mantenimiento, acerca de levantamiento de cargas, malas posturas, movimientos repetitivos entre otros, que permiten reducir los riesgos de trabajo dentro

del mantenimiento de un automotor. Es por esto que se ha visto necesario ampliar la investigación basándose en libros, artículos científicos, revistas, encontrándose la siguiente información relevante acerca de la seguridad industrial asociada al mantenimiento e inspección de equipos e instalaciones, donde Enríquez, Sánchez y Blanco (2015) aseguran que tener un plan de emergencia, utilizar equipo de protección personal, equipo contra incendios, entre otros son algunos de los factores primordiales al momento de realizar el mantenimiento e inspección de equipos e instalaciones, por lo que siempre hay que regirse en la matriz de riesgos al momento de realizar una actividad específica.

La seguridad industrial debe emplearse en distintos equipos e instalaciones, como también al momento de realizar el mantenimiento respectivo en máquinas, precautelando la seguridad del operador con técnicas y procedimientos específicos (Enríquez et al., 2015).

Por otra parte, en un artículo científico referente a la Ergonomía y equipos de participación donde Parra (2019) realizaron una recopilación bibliográfica de veinte artículos nacionales e internacionales que hacen referencia a la aplicación de la ergonomía participativa, para plasmarlos en una matriz que contiene el nombre del artículo, los autores, el país y el año de publicación, el objetivo del artículo, la metodología utilizada y los resultados que se obtuvieron, con el fin de orientar a las empresas con evidencias claras en la aplicación de la ergonomía participativa y en cuanto a los éxitos que podrían tener en el desarrollo de propuestas de intervención si deciden implementarla.

Muchas empresas desconocen la ergonomía participativa y los beneficios que podrían obtener si la implementaran. La ergonomía participativa requiere de un compromiso gerencial y la participación de los trabajadores, los cuales son los principales actores a la hora de aplicarla. Dentro de la ergonomía participativa se planean grupos de trabajo guiados por un ergónomo para realizar un diagnóstico de los factores de riesgo, y con la ayuda de los trabajadores se planean soluciones fáciles, de bajo presupuesto y aplicables en las empresas (Parra, 2019).

Capote, Rizo y Bravo (2016) refiere que la evolución de la ingeniería ha significado un cambio radical en el trabajo de mantenimiento de vehículos, facilitando por un lado a los mecánicos el diagnóstico de los vehículos con la simple conexión a

un ordenador, pero dificultando el trabajo sobre ellos debido a la optimización del espacio.

Agila, Colunga, González y Delgado (2015) consideran a la ergonomía como una disciplina de carácter científico, que evalúa los riesgos ergonómicos en el medio ambiente laboral, puede evitar enfermedades ocupacionales y accidentes del trabajo, contribuyendo a mejorar las condiciones laborales en una organización. Se concluye que existe una elevada prevalencia de síntomas músculo-esqueléticos en la población estudiada, por lo que se recomienda efectuar una evaluación ergonómica exhaustiva de los puestos de trabajo y posteriormente buscar mecanismos y estrategias de control y prevención de riesgos ergonómicos, con la finalidad de minimizar el desarrollo de lesiones músculo-esqueléticos en la población de estudio. (Agila et al., 2015).

4.4.2 Categorías Fundamentales

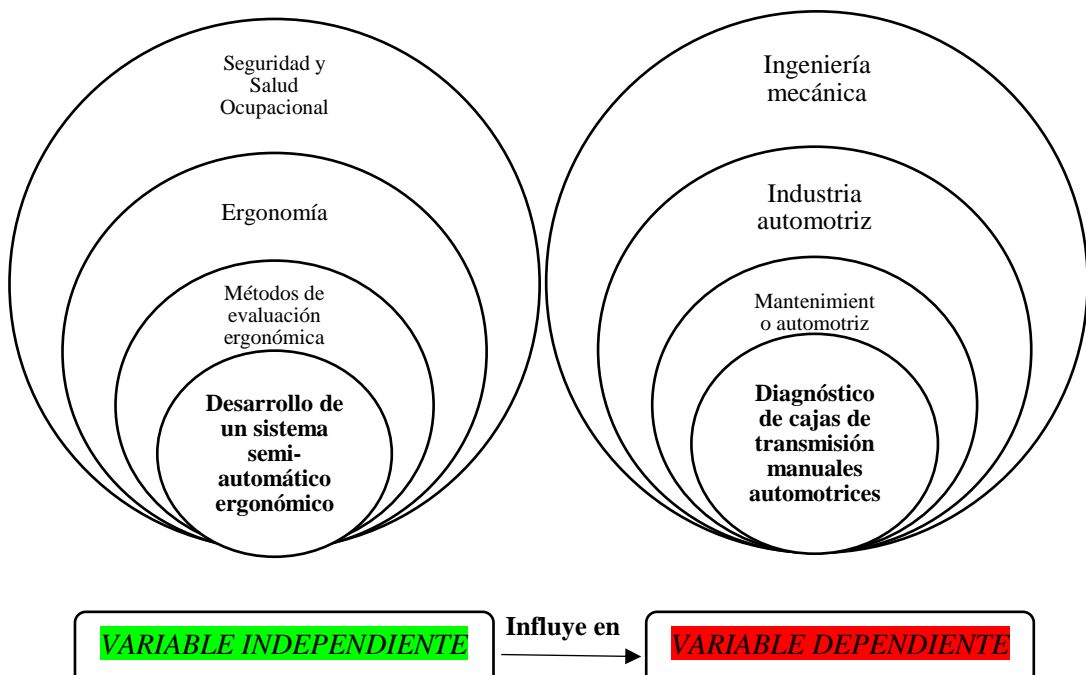


Figura 1. Categorías Fundamentales.

Constelación de Ideas de la Variable Independiente

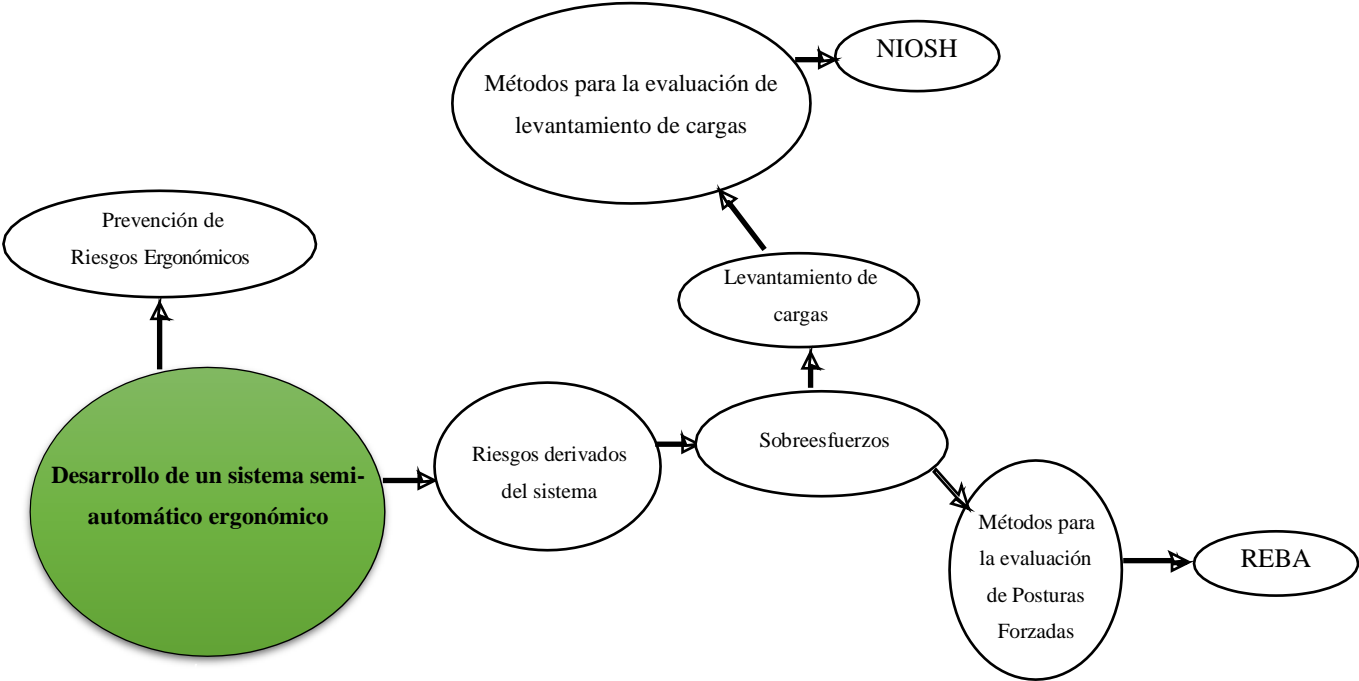


Figura 2. Constelación de la Variable Independiente

Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

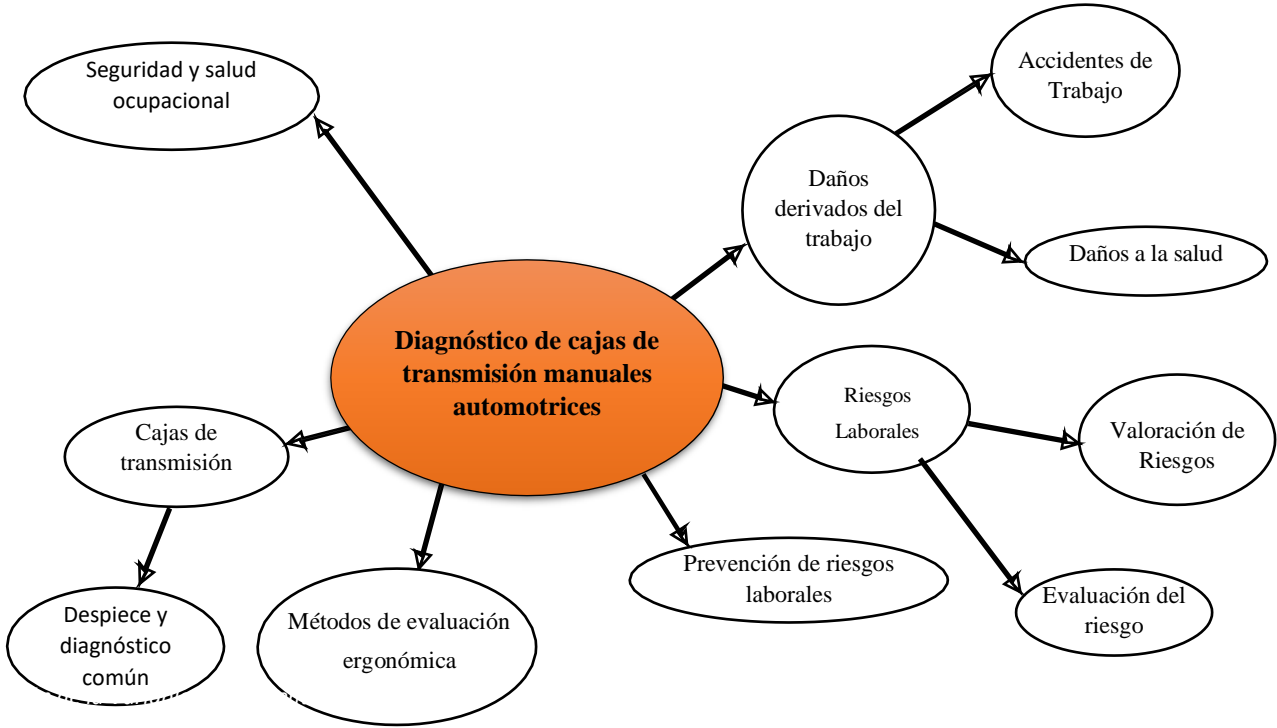


Figura 3. Constelación de la Variable Dependiente

4.3 Marco Teórico

4.4.3.1 Sistema semi-automático ergonómico

Según Budynas (2015) es un conjunto de máquinas, partes o piezas mecánicas, diseñadas, construidas y controlada eléctrica o electrónicamente, con el fin de precautelar la seguridad y salud del trabajador que estese a cargo de la operación y a su vez poder reducir personal en la operación deseada del sistema. En base a fundamentos físicos, químicos y ergonómicos tomados en distintos talleres automotrices, estos serán esenciales para el desarrollo del sistema semi-automático. “Al adaptar el trabajo y en general el medio ambiente al trabajador se logra que este trabaje en mejores condiciones respecto a la realización del mismo trabajo en el pasado, por consiguiente cumplirá con las características de eficacia y eficiencia lográndose una mayor productividad de parte del trabajador” (Honigsblum, 2018).

4.4.3.2 Métodos de evaluación ergonómica

4.4.3.2.1 Ecuación de NIOSH

Según Lescano (2015) manifiesta que la ecuación de NIOSH permite evaluar tareas relacionadas con levantamientos de carga, dando como resultado el peso máximo recomendado, que es posible levantar, en las condiciones del puesto de trabajo para evitar la aparición de enfermedades laborales, como pueden ser lumbalgias, problemas de espalda, entre otras.

Los resultados, sirven de apoyo al evaluador para determinar los cambios a introducir en el sistema, para mejorar las condiciones del levantamiento de las cajas de transmisión.

El peso límite recomendado para un levantamiento de cargas es de 23 kg, en caso de que supere este valor es necesario levantarse entre dos o más personas dependiendo el peso (Ministerio de Trabajo y Empleo, 2015).

Otros estudios consideran que la constante de carga puede tomar valores hasta 25 Kg (INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL Y SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO, 2016).



Figura 4. Posición estándar de levantamiento

4.4.3.2.2 Evaluación de carga postural

Existen algunas metodologías que permite evaluar la carga postural (Núñez, 2019).

- ✓ **OWAS**
- ✓ **REBA**
- ✓ **RULA**

4.4.3.2.2.1 Método OWAS

(Ovako Work Posture Analyzing System) el método fue desarrollado entre 1974 y 1978 por la empresa Ovako Oy junto al Instituto Finlandés de Salud Laboral para la Industria Siderúrgica, y aplicado posteriormente a otras industrias y a la construcción.

Inicialmente, el método se basaba en la observación y registro de las posturas adoptadas por los segmentos corporales: tronco, extremidades superiores e inferiores.

En 1991 se publicó una versión informatizada del método que incluye el esfuerzo realizado o la carga manipulada.

Objetivos del Método según Núñez (2019) dice que:

- Evaluar el riesgo de la carga postural relacionando la frecuencia con la gravedad
- Entrenar y capacitar al personal en cuanto a las posturas que debe implementar según las tareas asignadas durante su jornada de trabajo.
- Dar alerta cuando se evidencia alguna problemática en los puestos de trabajo.
- Caracterizar las posturas de espalda, brazos y piernas realizadas en los análisis en base a la gravedad

Aplicación del Método según Núñez (2019) expresa que:

- Conocer las diferentes tareas o fases realizadas en el puesto de trabajo y clasificarles de 01 a 99.
- Grabar un video, tomar fotos, observación visual o recopilar fotos.
- Clasificar las posturas: espalda, piernas, brazos y fuerza.
- El periodo de observación y registro de posturas oscila entre 20 y 40 minutos, la frecuencia del muestreo indica cada cuanto tiempo se debe registrar la postura del trabajador, entre 30 y 60 segundos.

4.4.3.2.2.2 Método REBA

El significado de REBA en inglés es, Rapid Entire Body Assessment, fue propuesto en el año 2000 por Hignett and McAtamney de la Universidad de Nottingham, quienes actualizaron su propuesta para el 2006.

REBA es un método observacional suele ser utilizado de forma rápida y fácil para el análisis postural del cuerpo entero en actividades del sector de la salud y en otras industrias de servicio (Núñez, 2019).

Según Núñez (2019) expresa que REBA puede ser aplicado cuando la evaluación ergonómica del puesto de trabajo requiere de un análisis postural en las circunstancias siguientes:

- Es usado el cuerpo entero.
- Posturas estáticas, dinámicas, con cambios repentinos o inestables.
- Cargas animadas (cuerpo humano) o no animadas (objetos) manipuladas frecuente o poco frecuente.
- Cuando se desea monitorear antes y después de realizar modificaciones en el puesto de trabajo, equipos, entrenamiento o del comportamiento riesgoso adoptado por el trabajador.

La aplicación del método puede resumirse en los siguientes pasos:

Determinar puestos críticos y muestreo

- Determinar áreas críticas en función de la cualificación de riesgos inicial y por sondeo de campo.
- Ubicar normas técnicas y software adecuados para
- Determinar el muestreo y cálculos.

Medición de posturas por puesto

- Realizar la medición en campo de medidas antropométricas, posiciones, ángulos, fuerzas, frecuencias. Siguiendo el muestreo detallado en el ITEM correspondiente (ISO 11226: 2000 NTP 601: REBA).



Figura 5. Esquema puntuaciones método REBA

Tabla 2

Evaluación del Riesgo por REBA

Puntuación REBA	Nivel de Riesgo	Nivel de Acción	Acción
1	Inapreciable	0	No necesaria
2-3	Bajo	1	Puede ser necesaria
4-7	Medio	2	Necesaria
8-10	Alto	3	Necesaria pronto
11-15	Muy alto	4	Necesaria ahora

Realizar cálculos basados en la figura 5 y la tabla 2 tomadas de ERGONAUTAS (2019) indica lo siguiente:

- Cálculo de Indicadores fisiológicos.
- Calcular el Nivel de riesgo ergonómico por lado del cuerpo (derecho, izquierdo) considerando:

1.- Grupo A: Cuello Tronco Piernas

2.- Grupo B: Brazo Antebrazo Muñeca

Adicionar puntuación si existe: flexión, torsión y/o abducción.

3.- Tabla A: Determinar valor de A Interactuando: tronco, cuello y piernas, y si existe carga/fuerza penalizar según corresponda.

4.- Tabla B: Determinar valor de B Interactuando: antebrazo, muñeca y brazo y añadir valor de agarre del objeto

5.- Tabla C: Determinar valor de C Interactuando: valor de A y valor de B y añadir puntuación de acuerdo a la actividad.

6.- Determinar Nivel de Riesgo e Intervención de acuerdo a la escala de puntuación según método (ERGONAUTAS, 2019).

4.4.3.2.2.3 Método RULA

Lo que significa RULA en inglés, (Rapid Upper Limb Assessment) Es creación del Dr. Lynn McAtamney y el Profesor E. Nigel Corlett, de la Universidad de Nottingham en Inglaterra., el cual fue publicado originalmente en Applied Ergonomics en 1993

Diseñado para detectar los trabajadores que están expuestos a cargas musculoesqueléticas importantes y que pueden ocasionar trastornos en las extremidades superiores.

Núñez (2019) indica que fue desarrollado en tres fases:

- Primera fase: consiste en determinar cómo registrar las posturas de trabajo
- Segunda fase: determinar el sistema de puntuación
- Tercera fase: establecer la escala de niveles de intervención, lo que nos da una idea del nivel de riesgo de la situación y de la necesidad de intervención

Núñez (2019) dice que existen diferentes aplicaciones como:

- Evaluar rápidamente los riesgos de trastornos en miembros superiores producidos en el trabajo.
- Identificar el esfuerzo muscular asociado a la postura del trabajo en tareas repetitivas (> 4 veces por minuto), manteniendo una postura, o ejerciendo fuerza, que pueden contribuir a la fatiga muscular.
- Incorporar sus resultados en una guía de evaluación ergonómica más amplia, relacionada con factores epidemiológicos, físicos, mentales, ambientales y organizacionales.

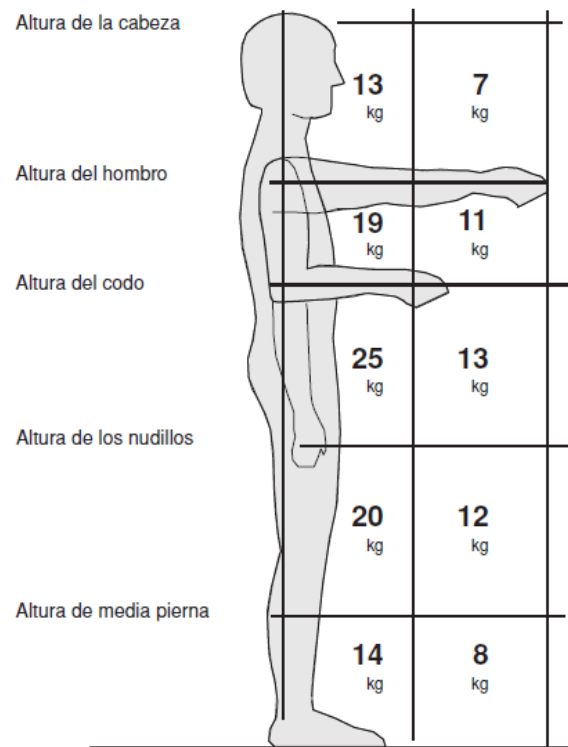


Figura 6. Peso teórico recomendado en función de la zona de manipulación.

4.4.3.2.2.4 Método MAPFRE

Según la revista Prevención de Riesgos Laborales (2016), indica que este método se compone por tres etapas, que están asociadas en cada punto específico del trabajo.

A continuación, se describe los diferentes puntos que indica, que este método es uno de los más completos en la ergonomía Mundial.

1. Cómo primer punto tenemos el descriptivo, es aquí donde se detalla qué herramientas, qué máquinas y adicionalmente qué tareas va a realizar, dentro del diagnóstico de cajas de cambio o de transmisión
2. Cómo segundo parámetro tenemos el evaluativo, es decir aquí se evaluarán parámetros como esfuerzos físicos que están expuestos los trabajadores durante diagnóstico. También se valorarán los factores ambientales de trabajadores como son temperatura, ruido y gases, que están expuestos durante la limpieza antes y después del diagnóstico.
3. Finalmente, el último parámetro son las medidas correctivas, es decir se tomarán datos referenciales, es decir en talleres automotrices comunes, y proponer una mejora. De tal modo para adaptar un trabajo más seguro, se desarrollará el sistema basándose en medidas corporales, en medidas de las cajas de transmisión, en el trabajo real continuo para poder comparar y evidenciar que existen mejoras con el desarrollo del sistema, mediante la aplicación de este método MAPFRE.

4.4.3.3 Ergonomía

Básicamente la ergonomía es el confort del trabajo, o en otras palabras es adaptar el trabajo al hombre, más no el hombre adaptarse al trabajo.

Lo que pretende la ergonomía es identificar los riesgos a los que está expuesto un trabajador, evaluar con algún método existente y finalmente controlar estos riesgos ergonómicamente para de este modo poder mejorar la calidad de vida de los trabajadores.

Hoy en día los trabajadores se ven obligados a adaptarse a muchas y diversas condiciones laborales que pueden afectar gravemente a su salud. Por ello, se presenta y analiza la información básica relativa a la Ergonomía haciendo hincapié en las dolencias que pueden aparecer a lo largo de la jornada laboral tanto psíquicas como físicas (Batalla, 2015).

4.4.3.4 Seguridad y Salud Ocupacional

“Es el resultado de un trabajo de múltiples áreas donde intervienen expertos en medicina ocupacional, enfermería ocupacional, higiene industrial, seguridad laboral, ergonomía, psicología organizacional, epidemiología, toxicología, microbiología, y de ciencias matemáticas como la estadística además de la legislación laboral” (Núñez, 2019). La seguridad industrial y salud ocupacional ha venido tomando mucha importancia en diferentes empresas a nivel latinoamericano en las últimas décadas, dado al factor fundamental de mitigar o reducir riesgos dentro de un entorno laboral, mediante requisitos que se encuentran bajo norma. La cultura de seguridad ha sido un factor determinante para las organizaciones a nivel global. El enfoque cultural en seguridad y salud en las últimas décadas ha sido identificar y modelar dicha cultura desde un paradigma explicativo (Tapia, 2016).

De acuerdo al Art. 34 del D.E. (2016), para el caso de ruido continuo, los niveles sonoros, medidos en decibeles, estarán relacionados con el tiempo de exposición según los siguientes valores:

85 dB -----	8 horas	90 dB -----	4 horas
95 dB -----	2 horas	100 dB -----	1 hora

110 dB ----- 0,25 h

115 dB ----- 0,125 h

4.4.3.5 Ingeniería Mecánica

La ingeniería mecánica es la rama o la ciencia que se encarga de diseñar, mantener, controlar y mejorar diferentes máquinas o equipos que estén comúnmente en el uso continuo del ser humano, ya sea nivel empresarial o industrial; enfocándose netamente en la industria automotriz, petrolera, textil, entre otras (Budynas, 2015).

En un análisis realizado en el país del Perú, se pudo evidenciar que las ingenierías mecánica y eléctrica son especialidades que tienen asociación y también se encuentra asociada con la ingeniería industrial, es decir se relaciona la ingeniería mecánica con la ingeniería industrial por la relación que tienen en resolver procesos o automatizar máquinas entre otras.

Por otro lado, la ingeniería eléctrica se relaciona en demasía, es la ingeniería mecánica, por que todo componente eléctrico siempre va a estar compuesto de materiales o componentes mecánicos, entre otras, por ende, fue la asociación realizadas en el país mencionado. “Es importante mencionar que otros requerimientos altamente solicitados son diversos conocimientos de gestión, así como el dominio del idioma inglés” (Bello et al., 2015, p.4).

4.4.3.6 Industria automotriz

Lo que compete a lo que es industria automotriz trata de abarcar todo lo referente a mantenimiento como puede ser mecánico (motor, caja, suspensión) o estético (pintura, accesorios), como también diseños, mejoras, competencias automovilísticas. La persona que esté a cargo del manejo de la gestión automotriz dentro de una industria, debe tener la experiencia necesaria para poder afrontar los retos que se puedan presentar dentro del campo automotriz.

La industria automotriz es una de las más dinámicas y competitivas del país de México y se ha consolidado importante del sector a nivel global. En las últimas

décadas, México ha llamado la atención de los principales factores del sector automotriz debido al crecimiento sostenido en la producción de vehículos y autopartes, así como la fortaleza y las perspectivas de crecimiento de su mercado interno. Hoy la industria automotriz mexicana vuelve a ser centro de atención en la escena global, debido a que vive un proceso de transición de un perfil orientado principalmente a la manufactura, en el que la innovación y el diseño juegan un papel elevado (ProMéxico, 2016).

4.4.3.7 Mantenimiento automotriz

A lo que se refiere a mantenimiento automotriz es preservar un buen cuidado y uso del automóvil, realizando a tiempo los diferentes mantenimientos preventivos, de este modo poder evitar gastos innecesarios o pérdidas materiales, como es en el caso del mantenimiento correctivo, que se corrige el daño mediante uso o reemplazo de partes o piezas dañadas del automotor. “Las empresas automotrices cada vez son más competitivas, con un objetivo en común de brindar un excelente servicio al cliente, reducir costos y aumentar las utilidades” (Za, Elena, and Kimoto-okuda, 2018, p.2).

Considerando el requerimiento de mantenimiento, las referencias más frecuentemente encontradas fueron: actividades de mantenimiento, planes de mantenimiento, gestión del mantenimiento, mantenimiento de maquinaria, mantenimiento y reparación, labores de mantenimiento, software de mantenimiento, operaciones de mantenimiento, procesos de mantenimiento, mantenimiento de sistemas, entre otros (Bello et al. 2015).

Comúnmente se utilizan productos químicos inflamables, como es gasolina, diésel o thinner, a continuación, se describen los riesgos asociados con estos químicos de acuerdo a la Universidad Complutense Madrid, con la manipulación de disolventes químicos:

Gasolina: Irritación a la nariz, garganta, bronquios y pulmones; también produce asfixia y daña el sistema nervioso.

Diesel: Tos, flema y disnea

Thinner: Mareos, dolor de cabeza, falta de concentración. Daños para la piel como irritación, descamación, sequedad, etc

4.4.3.8 Caja de transmisión manual

Es el elemento encargado de obtener en las ruedas el par motor (torque), suficiente para poner en movimiento el vehículo desde lo que se encuentra parado, y una vez colocada en la marcha respectiva, obtener un par de movimiento suficiente en las llantas, para vencer las resistencias al avance.

También es el elemento que se encarga de adaptar la relación de transmisión de par idónea para que a las ruedas les llegue el suficiente par motor como para poner el vehículo en movimiento desde parado o, una vez en marcha, para vencer la resistencia al avance. Esta variación de par se produce gracias al tren de engranajes dispuestos en diferentes ejes que forman la caja de cambio. Esta irá siempre situada inmediatamente después del embrague. La caja de cambio tiene pues la misión de reducir el número de revoluciones del motor, según el par necesario en cada instante. Además de invertir el sentido de giro en las ruedas, cuando las necesidades de la marcha así lo requieren (Ramos, 2018).

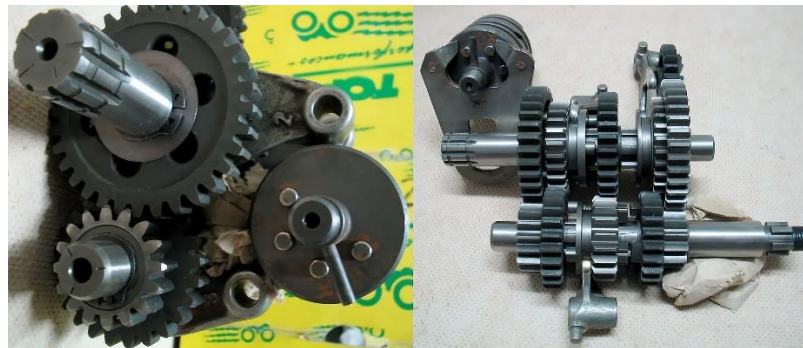


Figura 7. Caja de transmisión destapada

La transmisión manual visto desde un punto de vista técnico resulta más eficiente en el consumo de combustible, su coste de producción es mucho menor que el de otros tipos de transmisiones y su mantenimiento es menor al tener menores componentes eléctricos, así como posee la capacidad de manejar mayores cantidades de fuerza por parte del motor y aprovechar de manera eficiente esta fuerza transmitida por el motor (González, 2016).

4.4.4 Hipótesis

El desarrollo del sistema semi-automático ergonómico influirá en el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³.

4.4.5 Señalamiento de Variables de la Hipótesis

4.4.5.1 Variable Independiente

El desarrollo del sistema semi-automático ergonómico.

4.4.5.2 Variable Dependiente

Diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³.

4.5 Metodología

4.5.1 Enfoque

El enfoque que se tomó para el desarrollo de esta investigación fue un enfoque cuanti-cualitativo dado que se tomaron datos operativos con equipos certificados (ruido, iluminación, temperatura, disolventes) y también mediante el Cuestionario Nórdico Estandarizado, se receptaron valores de distintos trabajadores en diferentes talleres mecánicos. También se analizaron y se evaluaron cualidades como posturas forzadas, levantamiento de carga, mediante el método REBA, que permitió el desarrollo del sistema y la tabulación de datos para el estudio respecto al diagnóstico de las cajas de transmisión manuales automotrices. Según Causas (2015) indica que la investigación cuantitativa es aquella que utiliza preferentemente información cuantitativa o cuantificable (medible). Algunos ejemplos de investigaciones cuantitativas son: diseños experimentales, diseños cuasi - experimentales, investigaciones basadas en la encuesta social, entre otras.

Mientras que el enfoque cualitativo conlleva relación netamente con los participantes y el investigador, dado a la importancia desde el inicio hasta el final de

esta investigación, el modo de poder asociar las cualidades de los trabajadores, qué resultaron dificultosas al momento de realizar sus actividades diarias, cómo es el caso del diagnóstico de cajas de cambio (Léry et al, 2018).

4.5.2 Modalidad básica de la investigación

La modalidad de investigación fue de campo y documental-bibliográfica, porque fue necesario la revisión de documentos científicos y la observación directa al trabajador dentro de un taller automotriz., ejecutando el diagnóstico de cajas de transmisión. “La construcción del objeto y el *corpus* de análisis a partir de diferentes materiales (archivos, documentos escritos, testimonios y narrativas personales, fotografía y documental audiovisual, sitios y lugares de memoria, etc.); la elaboración del proyecto de investigación y los problemas del trabajo de campo” (Oberti y Bacci, 2016, p.2).

4.5.3 Nivel o tipo de investigación

En cuanto al nivel o tipo para el desarrollo de esta investigación fue exploratorio, dado que se diseñó y se construyó el sistema ergonómico a partir de pruebas y errores explorados a partir de distintos trabajadores durante el diagnóstico o mantenimiento de cajas de transmisión, partiendo dentro de taller automotriz común y corriente.

Tuvo un nivel descriptivo, porque será necesario la aplicación de métodos ergonómicos, los cuales se describirán y traerán los resultados de esta investigación.

A su vez fue necesaria la asociación de ambas variables, es decir la variable independiente qué es el desarrollo del sistema ergonómico, para el diagnóstico de las cajas, cómo variable dependiente, porque se tuvo que analizar posturas, dimensiones, cargas, entre otros.

Finalmente se tuvo un enfoque experimental, dado que se experimentó este sistema, a partir de las medidas o cualidades mencionadas con anterioridad.

Según Causas (2015) la investigación exploratoria contempla esencialmente dos tipos de acciones:

- Estudio de la documentación
- Contactos directos

La primera de ellas se refiere a la reconstrucción del trabajo realizado por otros: revisión de archivos, informes, estudios y todo tipo de documentos o publicaciones. Los contactos directos con la problemática a estudiar se pueden realizar después o simultáneamente con la revisión de la documentación. Probablemente, sólo una pequeña parte del conocimiento y la experiencia existente se encuentre en forma escrita.

4.5.4 Población y Muestra

Según Arias, Keever y Novales (2016) la población de estudio es un conjunto de casos, definido, limitado y accesible, que formó el referente para la elección de la muestra que cumple con una serie de criterios establecidos. La población en esta investigación fueron los trabajadores dentro del diagnóstico en talleres automotrices, por lo general dentro del diagnóstico manual interactúan dos a tres trabajadores, mientras que en el diagnóstico con el sistema semi-automatizado ergonómico se pretende reducir a una sola persona para el diagnóstico, por lo que la población total en esta investigación es de cuatro trabajadores, se realizó la toma de datos y encuesta dentro tres talleres automotrices, por lo que la población total se detalla en la tabla 3.

Tabla 3

Población observada

Población	Frecuencia	Porcentaje %
Trabajadores dentro de un taller automotriz/3 talleres automotrices	9	90
Trabajador con sistema ergonómico	1	10
Total	10	100

Debido a que la población no sobrepasa a los 100 elementos, se tomó como muestra a todo el universo, sin ser necesario el cálculo de alguna muestra específica.

4.5.5 Operacionalización de variables

Variable Independiente: Sistema semi-automático ergonómico

Tabla 4

Operacionalización de la variable independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
Un sistema semi-automático ergonómico, es un conjunto enlazado mecánica, eléctrica y electrónicamente para ser utilizado de manera confortable, es decir un sistema adaptado al trabajador.	Enlace Mecánico	<ul style="list-style-type: none"> - Equipo de levantamiento de cargas - Herramientas de diseño 	Fichas de registro	<ul style="list-style-type: none"> - Documentación Bibliográfica - Observación científica - Cámara fotográfica
	Manera confortable	<ul style="list-style-type: none"> - Confort en el trabajo - Método ergonómico 		

Variable Dependiente: Diagnóstico de cajas de transmisión manuales

Tabla 5

Operacionalización de la variable dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El diagnóstico de cajas de transmisión es una actividad realizada en cualquier taller automotriz para dar mantenimiento preventivo o correctivo. Es decir, dar una solución adecuada dentro de los parámetros establecidos desde fábrica.	Taller automotriz Parámetros establecidos	-Técnicos de cajas -Clima laboral	Fichas de registro	-Investigación de campo -Observación directa -Sonómetro -Detector de gases -Termómetro -Encuesta

4.5.6 Recolección de la Información

En esta investigación se aplicó directamente la observación directa en diferentes talleres automotrices, que se dedican al mantenimiento de cajas de transmisión; en la cual se constató las malas posturas y sobreesfuerzos realizados día a día por los técnicos de cajas de cambios.

Los instrumentos de apoyo que sirvió de mucha importancia para la tabulación de valores ergonómicos dentro de la operación de diagnóstico de cajas de transmisión son los siguientes:

Cámara fotográfica

Instrumento el cual permitió para observar las malas posturas y sobreesfuerzos dentro de un taller automotriz.



Figura 8. Cámara fotográfica

Sonómetro

Dispositivo el cual permitió determinar los decibeles que está expuesto el técnico de cajas de transmisión, durante el diagnóstico manual de cajas de transmisión.



Figura 9. Sonómetro

Termómetro digital

Dispositivo capaz de detectar temperaturas ambientales y superficiales, a su vez permite detectar temperatura de bulbo seco y bulbo húmedo que influyen en el estrés laboral.



Figura 10. Termómetro digital

Detector de gases

Instrumento mediante el cual se verificó la cantidad de químicos a los que están expuestos los trabajadores de cajas de transmisión, dentro del diagnóstico.



Figura 11. Detector de gases

Cabe recalcar que cada uno de los instrumentos citados anteriormente, cuentan con un certificado de calibración, los cuales indican que su funcionamiento es el correcto y garantizan la seguridad a la hora de la toma de datos.

Prototipo semi-automático ergonómico

Para la presente investigación se realizó el desarrollo de un sistema semi-automático el cual permitió una mejora tanto en confort como en seguridad para el diagnóstico de cajas de transmisión y a su vez, para la representación de datos obtenidos con la aplicación de diferentes métodos ergonómicos con el prototipo y de la manera común durante el diagnóstico dentro de un taller automotriz.



Figura 12. Prototipo del Sistema semi-automático

4.5.7 Procesamiento de la información

Mediante la recolección de información obtenida, con las evidencias necesarias y con los instrumentos requeridos para la toma de datos, se procedió a representarlos de forma tabular y gráfica para poder analizar e interpretar de una forma comprensible y amigable para el lector; cómo son las posiciones adecuadas en el trabajo con el sistema ergonómico, las reducciones de contaminaciones ambientales, por parte del sistema cómo es el ruido, temperatura. Y también poder mejorar la calidad de vida de todo que personal que se dedique al mantenimiento o diagnóstico de cajas de transmisión manual de automóviles hasta 3.000 cm³.

Para la tabulación de datos y la representación gráfica se utilizó el programa estadístico SPSS para mayor facilidad de comprensión e interpretación.

5. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1 Análisis y resultados de cajas de transmisión dentro del diagnóstico común

5.1.1 Caja prueba o modelo

Para empezar el estudio se seleccionó una caja de cambios de transmisión, de la marca Mazda, en este caso dispone de un cilindraje de 2.200 cm³, el peso nominal de esta casa llega a oscilar en un rango de 35 a 40 kilogramos, dependiendo de los componentes externos que estén en ese momento acoplados a la caja, por lo que si revisamos la normativa del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, se verificó que la carga permisible para persona en sexo masculino, su peso máximo de carga es de 25 kg, en caso de ser sexo femenino se tiene de 20 kg, por lo que en caso de requerir levantarse del suelo la caja para realizar su respectivo diagnóstico, sobrepasaría el límite de carga por lo que a la carga, ocasionará daños a la salud, por lo que es necesario algún tipo de instrumento para levantar esta carga. Es lo que se pretende, con un sistema eléctrico para cuidar la salud del trabajador.

Cómo se puede apreciar en la siguiente figura 13 se observa la caja de transmisión.



Figura 13. Caja transmisión MAZDA 2.200 cm³

A continuación, se detallan las diferentes causas que origina el diagnóstico de las cajas de transmisión, ya sea por mal uso o buen uso del propietario del automotor:

- Desgaste de piezas rodantes (rodamientos o rulimanes)
- Ruido tipo zumbado por desgaste de partes internas (piñones)
- Rebote de marcha en accionamiento por desgaste de partes internas (sincronizado)
- Aceleración de daño por contramarchas (reducción de rpm bruscamente)
- Trabajo de la caja de cambios sin aceite (golpes o rupturas)

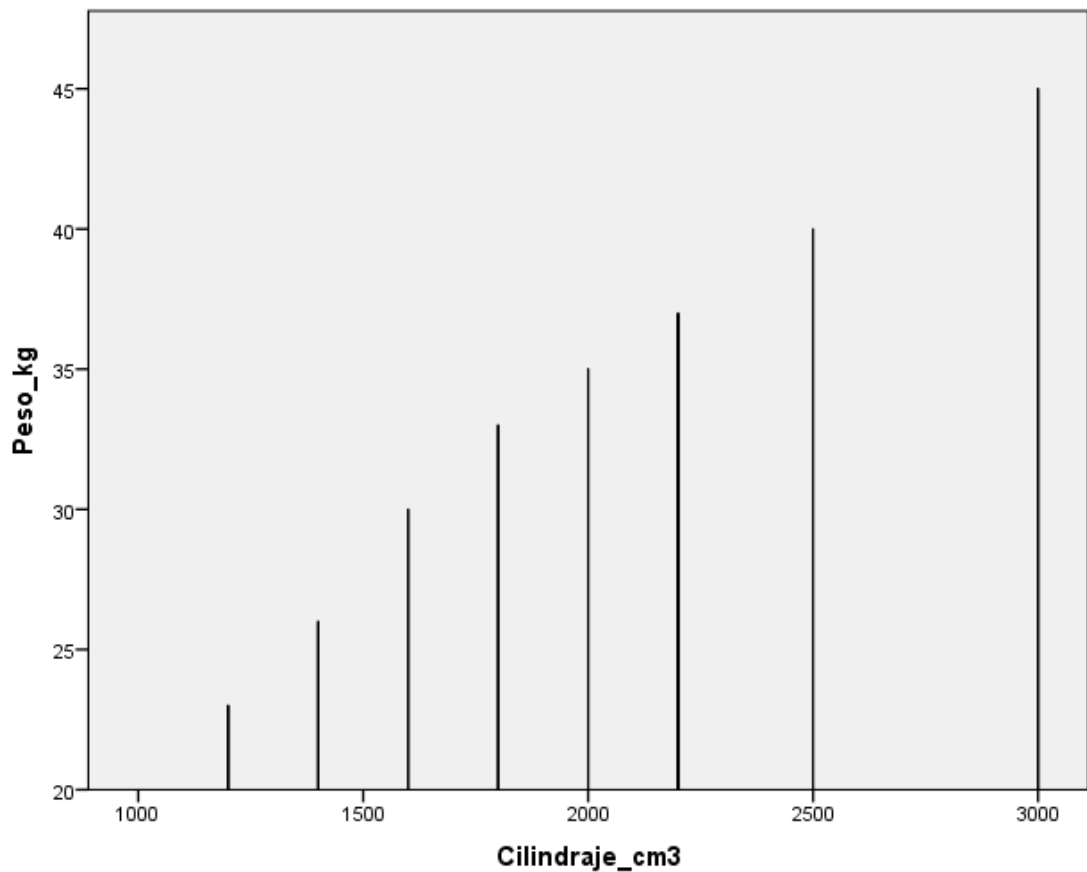


Figura 14. Análisis peso vs cilindraje

Tabla 6

Peso vs Cilindraje promedio

	Estadísticos descriptivos			
	N	Mínimo	Máximo	Media
Cilindraje_cm3	9	1000	3000	1855,56
Peso_kg	9	20	45	32,11
N válido (por lista)	9			

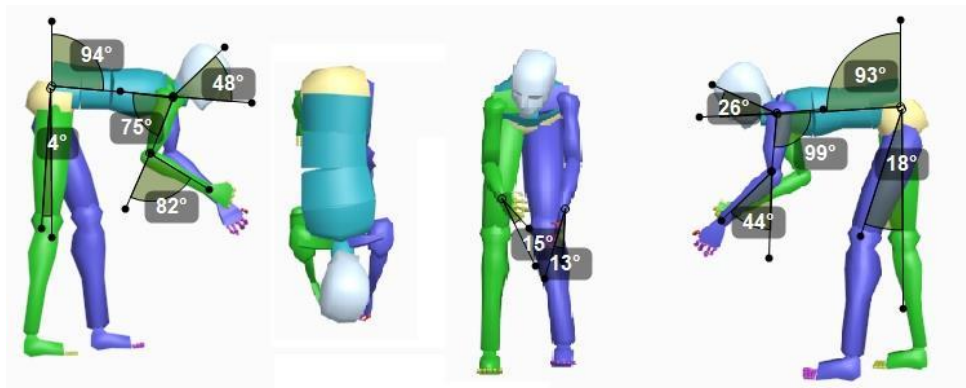
En la tabla 6 se muestra, el peso promedio que tienen las cajas de cambio, es decir en la tabla indica que se tiene un cilindraje de 1800 cm³, y en el mercado se las encuentra, cómo es el caso del Corsa Evolution 1800 cm³, caja que frecuentemente sufre daños, y qué es necesario su diagnóstico permanente. Coordinando con lo que se tiene en la tabla en lo que indica el peso, hay que ponerle mucho énfasis, porque el peso promedio que se obtuvo de esta caja oscila entre los 30 a 35 kg, es decir sobre pasa el peso permisible recomendado por la normativa. Por lo que fue necesario, qué se adapte un winche eléctrico en el sistema, para evitar cargas forzadas, movimientos repetitivos y sobreesfuerzos.

5.1.2 Malas posturas

En este caso fue necesario de observación directa en un taller mecánico, el cual se dedica al mantenimiento o diagnóstico de cajas de cambio, justamente en este caso, cómo se aprecia en la figura 15. Se pudo evidenciar qué existen diferentes levantamientos de carga, cómo es el caso, de al momento de cargar la caja que llega al taller, es decir reciben desde el suelo inclinándose columna de manera directa, con sus piernas totalmente rectas, ocasionando a la larga un daño a la columna por sobreesfuerzo o carga pesada.



Figura 15. Levantamiento de carga dentro de un taller automotriz



GRUPO A	TRONCO	4	GRUPO B	BRAZO	4
	CUELLO	3		ANTEBRAZO	2
	PIERNAS	1		MUÑECA	1
		↓			↓
TABLA A		6	TABLA B		5
+			+		
FUERZA		0	AGARRE		0
		↓			↓
PUNTUACION A		6	PUNTUACION B		5
		↓			↓
PUNTUACION C		8			
+					
ACTIVIDAD		0			
		↓			↓
PUNTUACION FINAL REBA		8			
NIVEL DE ACCIÓN	3	NIVEL DE RIESGO	Alto	INTERVENCIO N	Necesario

Figura 16. Evaluación de levantamiento de carga dentro de un taller automotriz

Para el análisis del levantamiento de carga dentro de un taller automotriz, se hizo uso de un software de simulación, el cuál mediante las posturas evaluadas, basadas en el método REBA, esta actividad indica, que está expuesta a un nivel de riesgo sumamente alto, por lo que la columna se encuentra en un ángulo de 93°, si se

toma como referencia el piso como eje fijo y como eje móvil la columna, indicando que necesita una intervención de manera necesaria pronta.

5.1.3 Movimientos forzados

Una vez la caja ubicada en el área que se realizó el diagnóstico, se procedió a realizar movimientos forzados por parte de trabajador, para poder desmontar la coraza o carcasa de aluminio, que tiene en la parte exterior de la caja de transmisión, es decir fue necesario aflojar todas las partes roscadas, cómo son pernos, espárragos, entre otros, para verificar el estado y poder hacer el mantenimiento o diagnóstico respectivo, como se aprecia en la figura 17.



Figura 17. Movimientos forzados

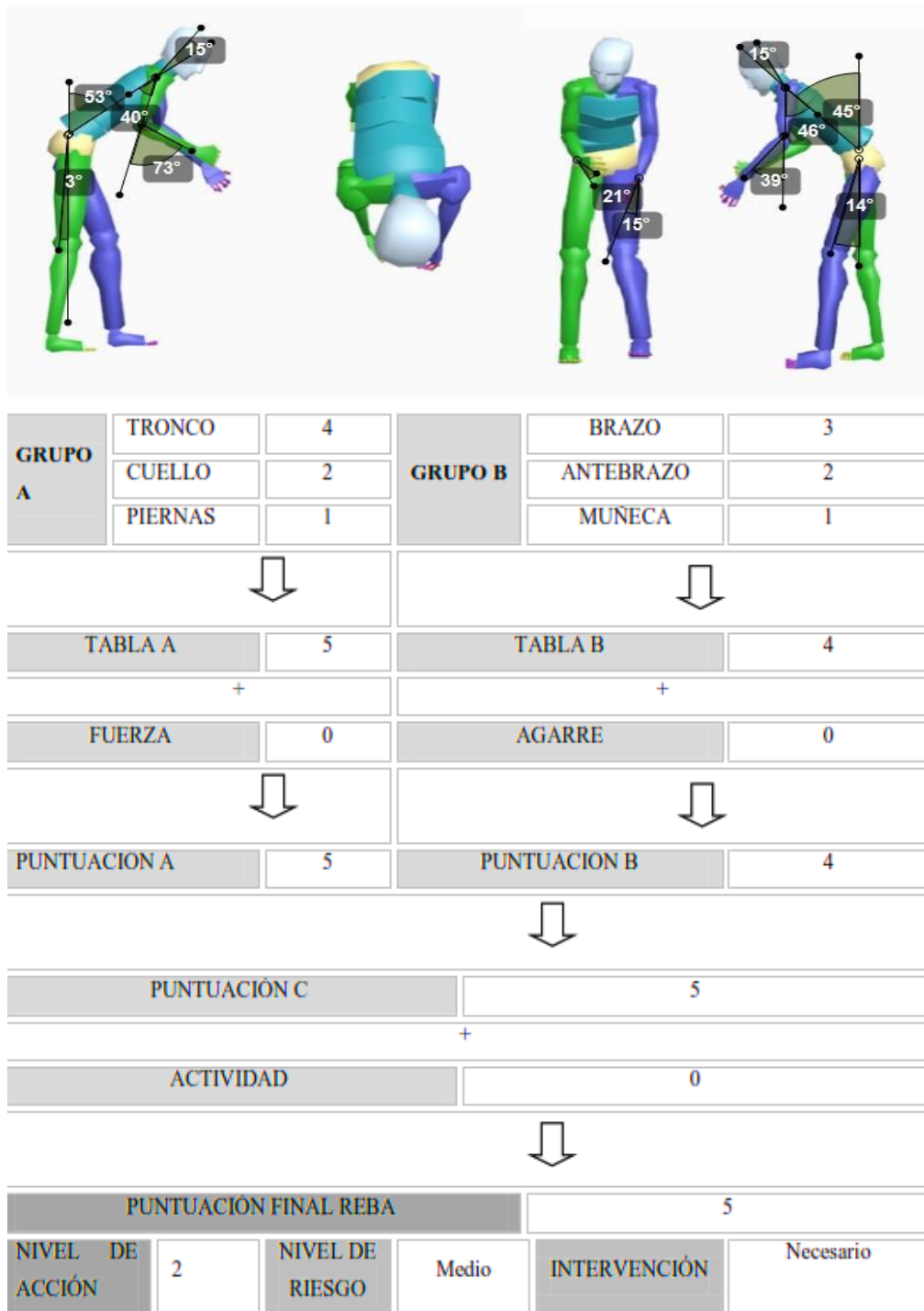


Figura 18. Evaluación de movimientos forzados dentro del diagnóstico común

En este caso dentro de diagnóstico común es necesario realizar movimientos forzados, para la verificación interna de piezas rodantes o engranes cómo son los piñones, como indica la figura 18, dentro de una evaluación basada en el método REBA, en el cual mediante la interpretación de sus movimientos y la toma de ángulos

expuestos a sus movimientos, indica que tiene un nivel de riesgo ergonómico medio, y qué necesita ser intervenida de forma necesaria, para la mejora del personal dentro de la operación de cajas de transmisión.

5.2 Exposición a factores ambientales en diagnóstico común

5.2.1 Exposición a ruido

Esta es una de las principales contaminaciones ambientales a las que está expuesta un taller automotriz. El ruido es un factor que afecta constantemente, a todos los trabajadores, por cuánto se verifica en la evaluación que se realizó en distintos talleres, que el índice permisible de ruido excedía los decibeles en exposición a los trabajadores, cómo se observa en la figura 19, Por el uso del compresor, la pistola neumática, los martillos, entre otros, son los que producen el excesivo ruido durante el despiece para el diagnóstico de la caja de transmisión.



Figura 19. Exposición al ruido dentro de un taller automotriz

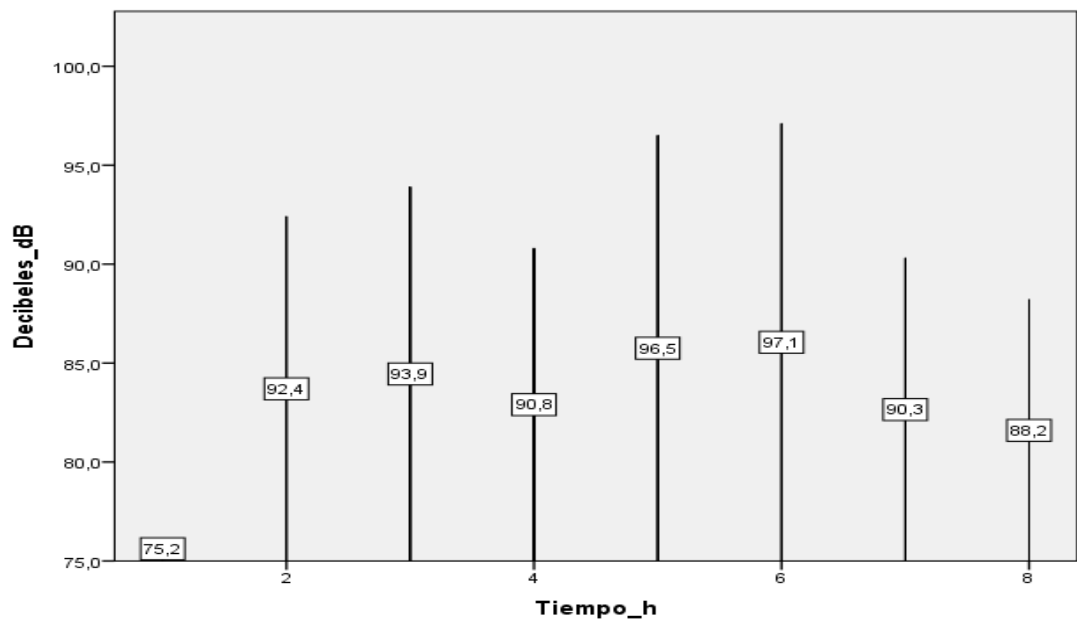


Figura 20. Decibeles durante una jornada de trabajo

Tabla 7

Decibeles máximos y mínimos en diagnóstico común

Estadísticos descriptivos				
	N	Mínimo	Máximo	Media
Decibeles_dB	8	75,2	97,1	90,550
N válido (por lista)	8			

Dentro a lo que compete a la tabla 7, indica el promedio de decibeles a los que están expuestos los trabajadores dentro de un taller automotriz, dentro de sus actividades son golpeteos, ruido generado por compresor, ruido de pistola neumática, entre otros, repercutiendo qué el valor promedio de decibeles, es de 90.55 dB, y si se toma de referencia a la normativa, indica que el nivel máximo permisible para el trabajo diario es de 85 dB de acuerdo al Decreto 2393 del IESS, cómo resultado el personal necesita protección auditiva o la reducción de este ruido a los que están expuestos todos los técnicos de cajas de transmisión.

5.2.2 Exposición a cambios de temperatura

Sea en un taller automotriz o en cualquier lugar que se dedique al diagnóstico de cajas de transmisión, por lo general tienen al descubierto el sitio, tienen un techo pero a sus alrededores todo está libre, donde se hallan a distintos cambios de temperatura, para desarmar para el diagnóstico de las cajas o a su vez, por exposiciones calurosas o frías, que influyen directamente hacia el trabajador, con los datos se evaluó los cambios de temperatura, para poder mitigar durante la implementación del sistema dentro de un taller automotriz.



Figura 21. Temperatura corporal

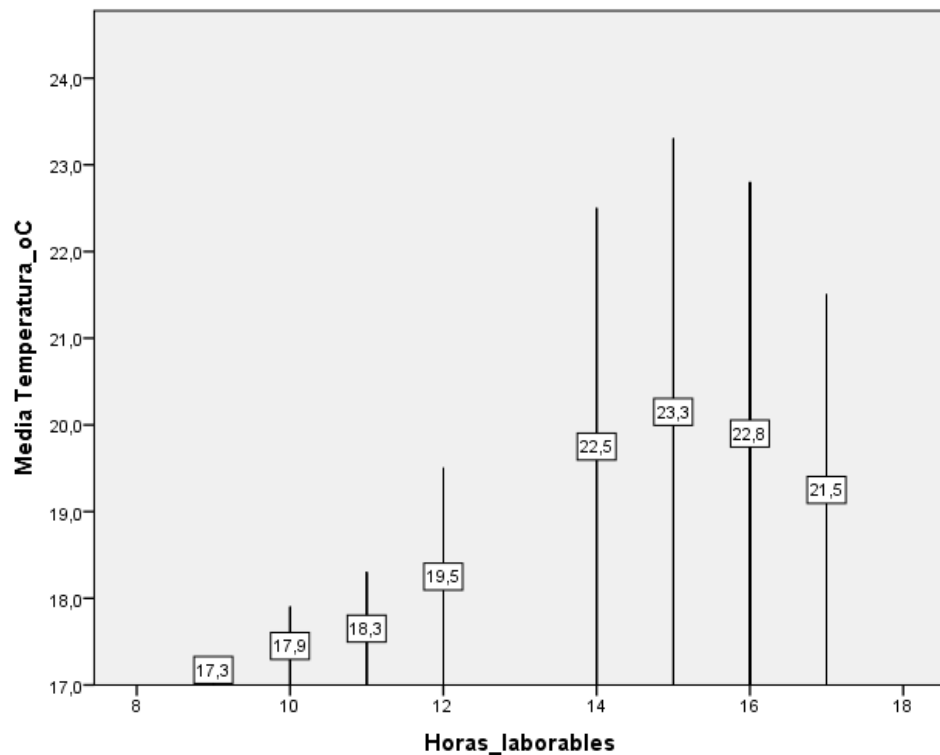


Figura 22. Temperatura ambiente vs horas laborables

Las temperaturas más altas oscilan desde las 12 a 15 horas dentro de un taller automotriz, durante el diagnóstico de una caja de transmisión, como indicó la figura 22.

5.2.3 Exposición a químicos disolventes

Finalmente, uno de los factores más dañinos, que se encuentra durante el diagnóstico de caja de transmisión, está la exposición con químicos directamente a los trabajadores, por lo general son combustibles como gasolina, diésel o también el químico thinner, sus riesgos fueron detallados con anterioridad. Dado que para abrir la caja se limpian los pernos para poder aflojar, que llega con grasas o lodos, una vez destapada, también se limpia la caja con los disolventes internamente para ver cómo se encuentra el desgaste, de las partes, como son los piñones. Pero el personal en este caso no usa el equipo de protección adecuado, para poder contrarrestar esta contaminación hacia su salud.



Figura 23. Exposición a combustibles en un taller automotriz

Cómo se logra apreciar en la figura 23 el dato fue tomado en un taller, justamente cuando el trabajador abrió la caja de transmisión, para ver el estado interno de la caja, por lo que se verificó que se encuentra expuesto el trabajador, a una exposición de químicos superior a lo permisible para la salud humana, indicando que es mayor a 100 ppm.

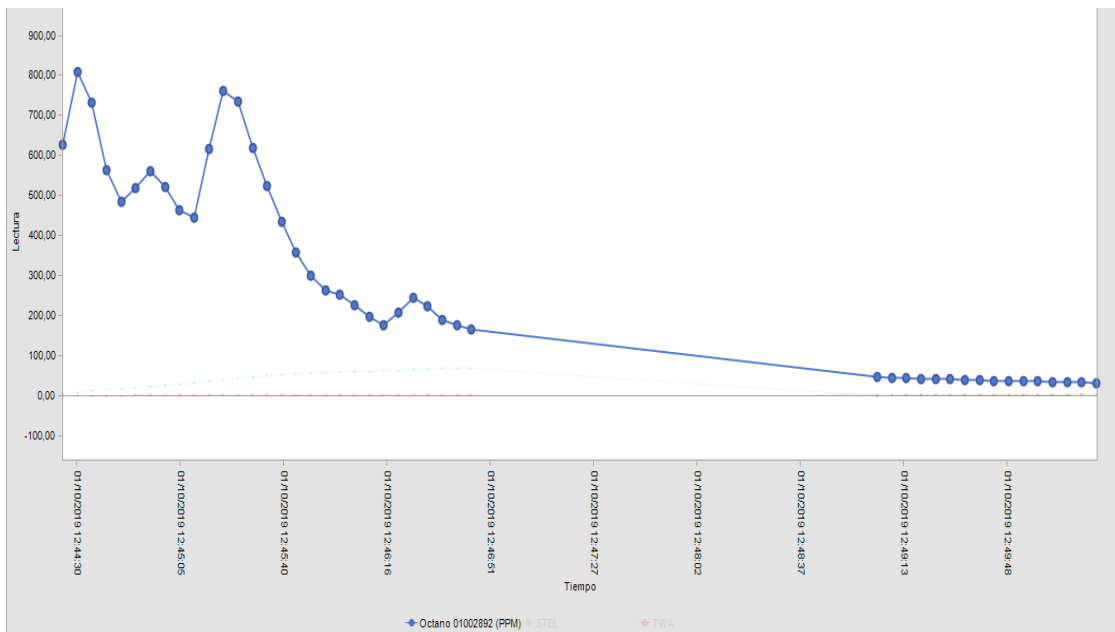


Figura 24. Diagrama de combustible expuesto el técnico de cajas de transmisión

Lo habitual en el diagnóstico de las cajas de transmisión, principalmente dentro de un taller automotriz es limpiar la parte superficial con algún químico disolvente, para remover lodos o grasas, el químico utilizado es la gasolina, y está fue evaluada mediante instrumentación calibrada la cual indica la figura 24.

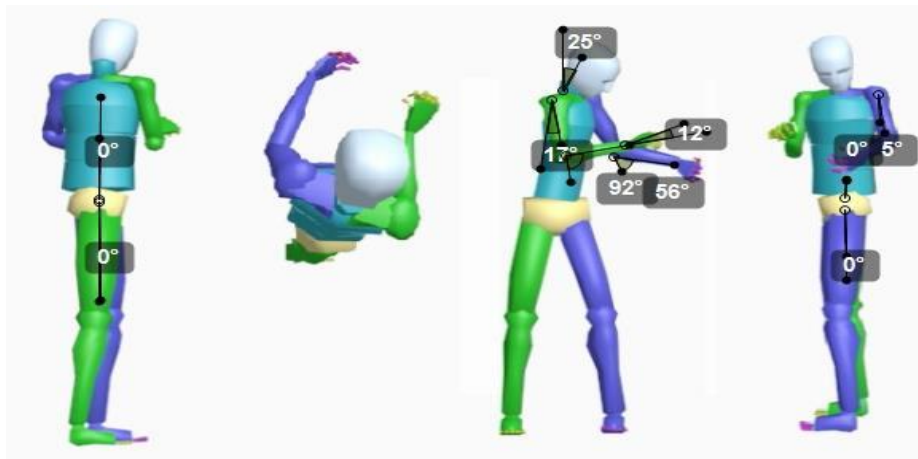
5.3 Análisis del diagnóstico con el sistema Ergonómico

5.3.1 Postura adecuada y levantamiento de carga

Una vez observadas y analizadas las posturas forzadas en distintos talleres automotrices comunes, se verificó, qué hiciste sobreesfuerzo al momento de levantar la caja de transmisión desde piso hasta la mesa de trabajo. Por lo que nuestro sistema está equipado con un mecanismo de elevación (winche eléctrico) para de este modo corregir la mala posición de la espalda en el diagnóstico común, en este caso, para no forzar la espalda desde el piso, es decir mantener la columna recta. Posteriormente se puede elevar este sistema, hacia el acople, donde se procederá a empernar y a dar giro mediante un motor eléctrico, el cual se controlará las RPM con un variador de frecuencia, para diagnosticar de manera técnica y segura las cajas de transmisión. Está altura de operación o de giro está considerada de 1m 20cm hasta 1m 50cm. Dado que se encuentra en el área de agarre seguro por el peso que se está elevando, en este caso a la caja cómo se indicó anteriormente oscila entre 35-40 kilogramos.



Figura 25. Sistema de elevación ergonómico



GRUPO A	TRONCO	2	GRUPO B	BRAZO	2
	CUELLO	1		ANTEBRAZO	1
	PIERNAS	1		MUÑECA	2
↓					
TABLA A		2	TABLA B		2
+		+			
FUERZA		1	AGARRE		0
↓					
PUNTUACIÓN A		3	PUNTUACIÓN B		2
↓					
PUNTUACION C		3			
+					
ACTIVIDAD		0			
↓					
PUNTUACIÓN FINAL REBA		3			
NIVEL DE ACCIÓN	1	NIVEL DE RIESGO	Bajo	INTERVENCIÓN	Puede ser Necesario

Figura 26. Evaluación con el Sistema ergonómico

5.4 Encuesta realizada a los trabajadores dentro de un taller automotriz

La encuesta se aplicó al final de una reparación total de una caja de transmisión, aplicándose el despiece, diagnóstico, reparación y armado dentro de un taller automotriz, habitualmente para este trabajo se necesita normalmente de 3 trabajadores, se tomó la encuesta en 3 talleres automotrices de la misma obteniéndose los siguientes resultados, con la población total calculada anteriormente.

Pregunta 1. ¿Qué actividad piensa usted que le puede generar daños en su salud?

Tabla 8

Puestos de trabajo que pueden generar daños a la salud

Actividad	Frecuencia	%
Despiece	2	20
Diagnóstico	1	10
Reparación	4	40
Armado	3	30
Total	10	100

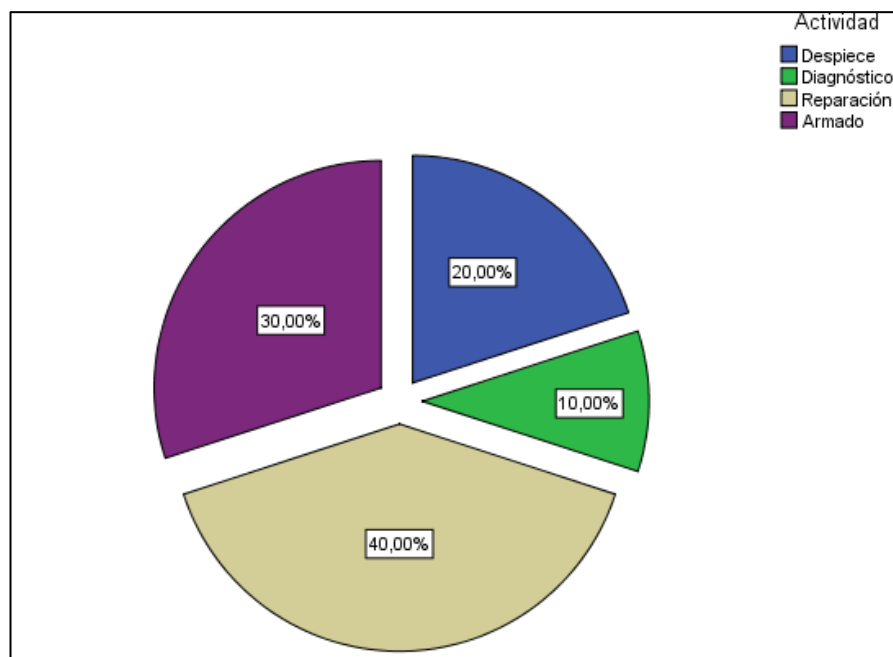


Figura 27. Puestos de trabajo que pueden generar daños a la salud

En la actividad de reparación los trabajadores consideran que es donde se originan más daños a la salud con el 40%, el 30% considera como un potencial dañino a la actividad de armado, el 20% a la actividad puesto donde se realiza el despiece y el 10% considera que puede existir daño en la actividad de diagnóstico.

De las respuestas de todos los trabajadores todas sus actividades son considerados como potencialmente dañinas para la salud, basados en la experiencia y antigüedad en los puestos de trabajo.

Pregunta 2. ¿Ha sufrido algún daño a su salud en su puesto de trabajo?

Tabla 9

Presencia de daños a la salud en el puesto de trabajo

Alternativa	Frecuencia	%
Si	8	80
No	2	20
Total	10	100

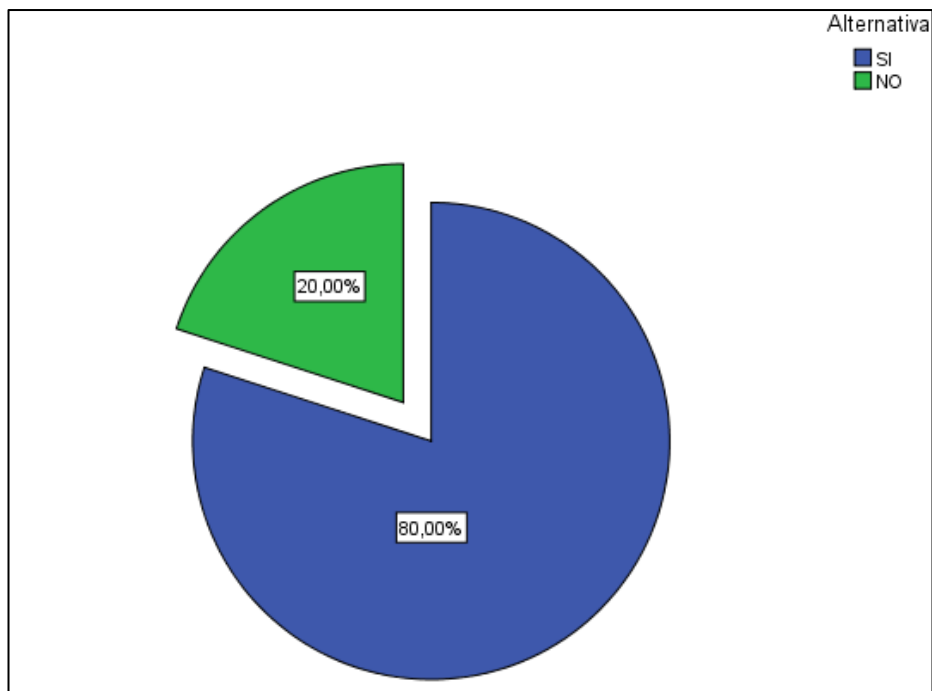


Figura 28. Presencia de daños a la salud en el puesto de trabajo

El 80% de los trabajadores manifiesta haber sufrido daños a su salud en su puesto de trabajo mientras que el 20% lo contrario.

Pregunta 3. ¿Cuál es el incidente o accidente que a usted le ha ocurrido con mayor frecuencia?

Tabla 10

Accidentes / Incidentes en el mantenimiento de cajas

Alternativa	Frecuencia	%
Cortes	3	30
Golpes	5	50
Caídas	1	10
Atascamientos	1	10
Total	10	100

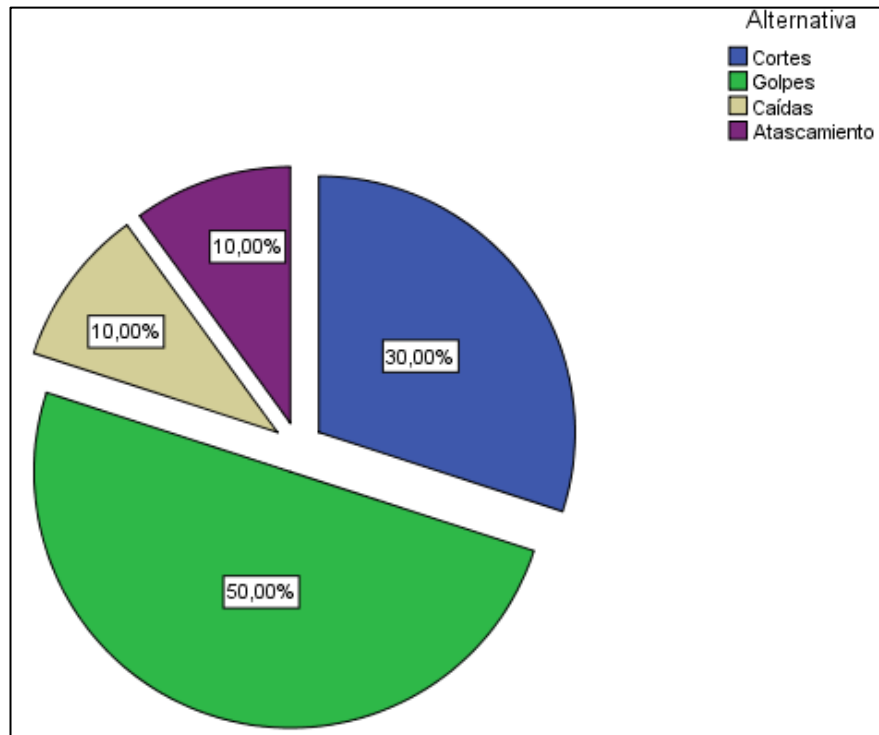


Figura 29. Accidentes / Incidentes en el mantenimiento de cajas

En el área de mantenimiento de cajas de transmisión el 50% de los trabajadores ha sufrido golpes, el 30% cortes, el 10% caídas y el otro 10% restante se evidencian atascamientos; de los datos obtenidos se valora que el mayor porcentaje de la población ha sufrido golpes debido a que en la mayor parte de las tareas de los distintos puestos de trabajado se utilizan herramientas pesadas susceptibles a golpes a cada instante de descuido laboral.

Pregunta 4. ¿Antes de desarrollar su actividad laboral toma medidas preventivas contra accidentes?

Tabla 11

Toma de medidas preventivas antes de desarrollar las actividades

Alternativa	Frecuencia	%
Si	9	90
No	1	10
Total	10	100

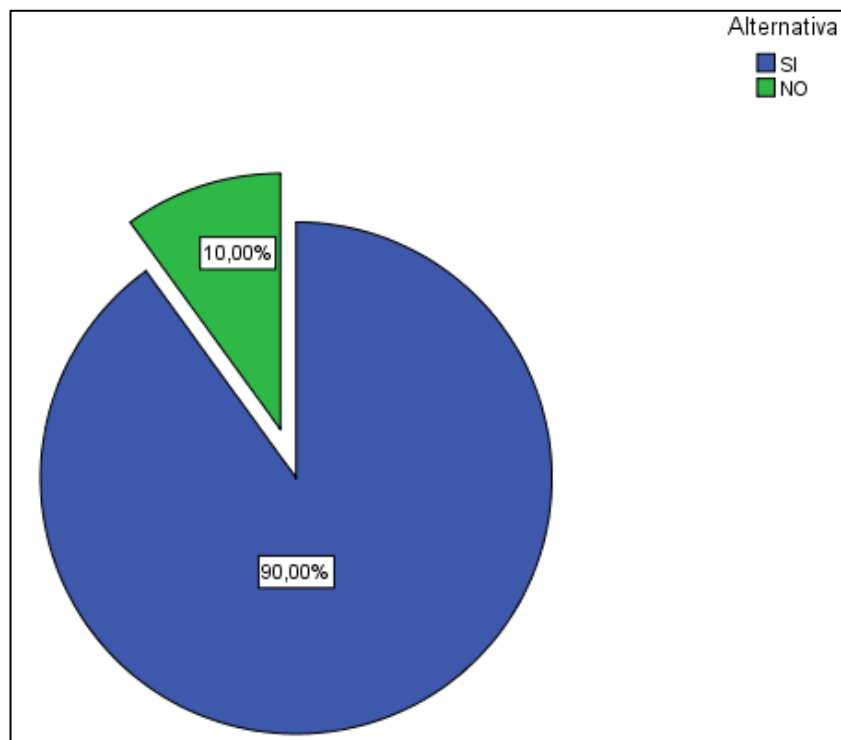


Figura 30. Toma de medidas preventivas antes de desarrollar las actividades

El 90% de los trabajadores declaran tomar toma medidas preventivas contra accidentes antes del desarrollo de sus actividades, mientras que el 10% trabaja con confianza propia.

Pregunta 5. ¿La adecuación de su puesto de trabajo le permite una postura de trabajo cómoda?

Tabla 12

Comodidad en el puesto de trabajo

Alternativa	Frecuencia	%
Si	3	30
No	7	70
Total	10	100

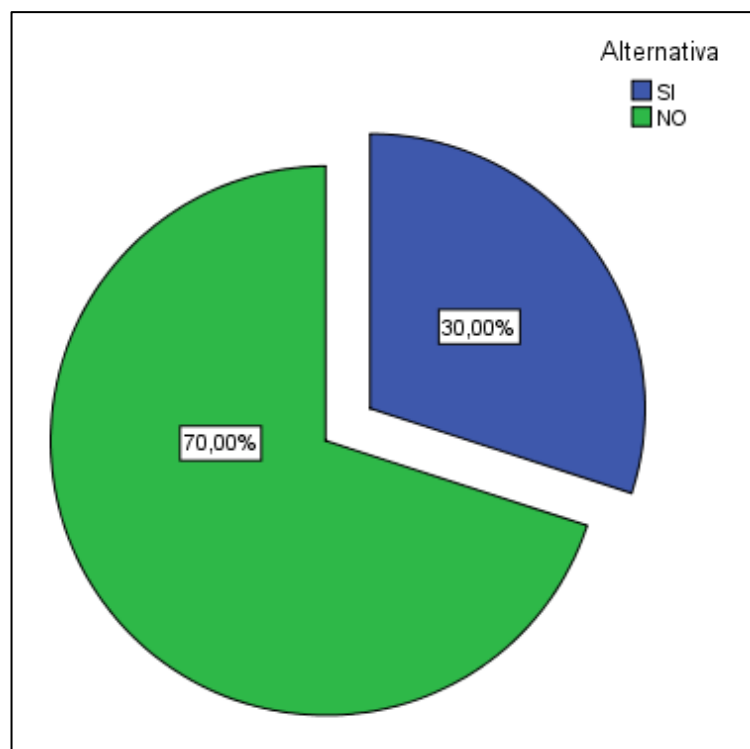


Figura 31. Comodidad en el puesto de trabajo

El 70% de los trabajadores no se sienten cómodos en sus puestos de trabajo, debido principalmente a las posturas que deben adoptar durante la ejecución de las tareas, lo que se contrasta con los niveles altos de riesgo por posturas forzadas ya evaluadas.

Pregunta 6. ¿Se ha realizado algún estudio ergonómico sobre su puesto de trabajo?

Tabla 13

Identificación ergonómica del puesto de trabajo

Alternativa	Frecuencia	%
Si	1	10
No	9	90

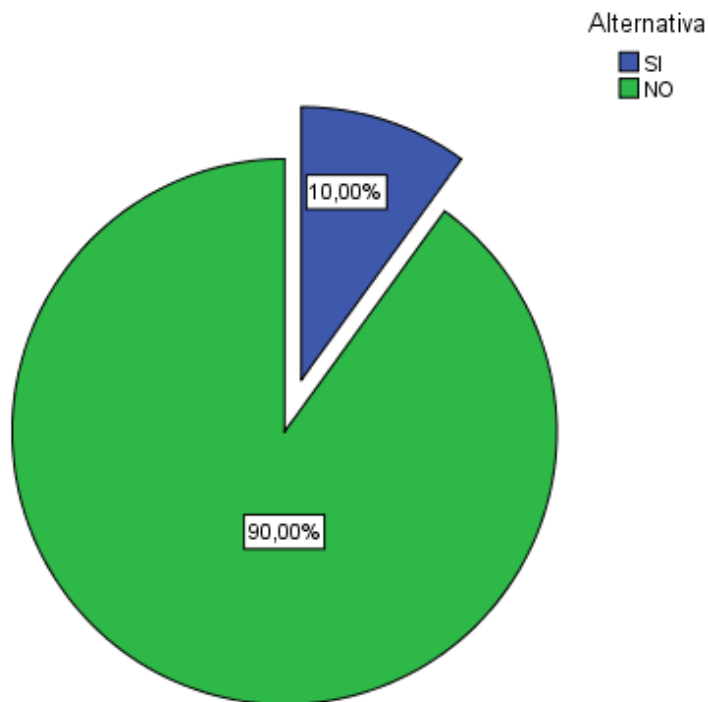


Figura 32. Identificación ergonómica del puesto de trabajo

El 90% de los trabajadores no han presenciado que en sus puestos de trabajo se haya hecho algún tipo de estudio, el 10% de ellos manifiesta que si se realizaron ciertas mediciones ergonómicas.

Pregunta 7. ¿Al terminar su jornada de trabajo en donde presenta dolores en cuello, espalda, brazo, antebrazo, muñecas o piernas?

Tabla 14

Molestias Músculo-Esqueléticas en los trabajadores de mantenimiento de cajas

Molestia	Alternativa	Frecuencia	Porcentaje %
Cuello	Si	2	20
	No	8	80
Tronco/Espalda	Si	9	90
	No	1	10
Brazo	Si	8	80
	No	2	20
Antebrazo	Si	9	90
	No	1	10
Muñeca	Si	2	20
	No	8	80
Piernas	Si	6	60
	No	4	40

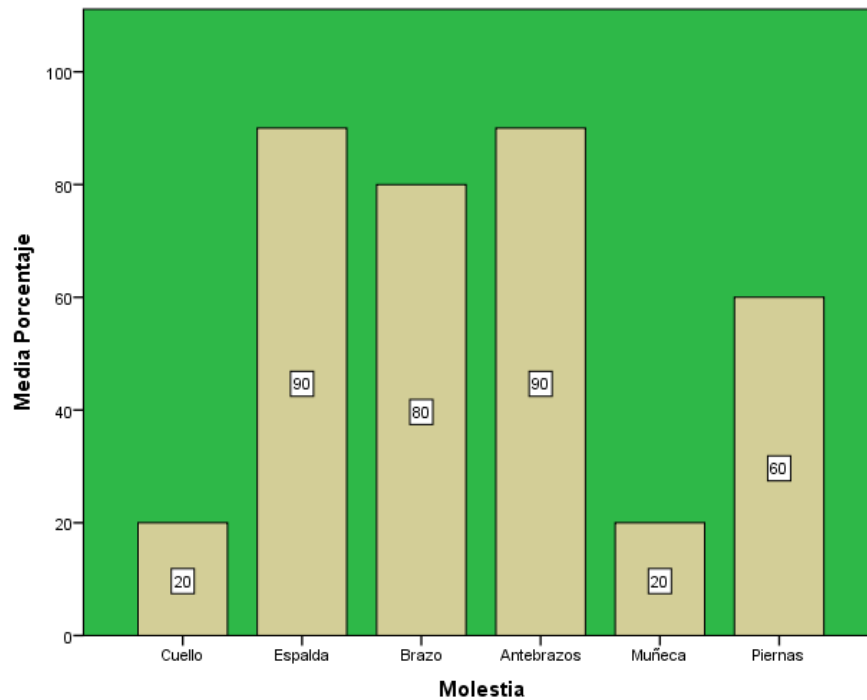


Figura 33. Molestias Músculo-Esqueléticas en los trabajadores de mantenimiento de cajas de transmisión

Durante la encuesta que se realizó a los 10 trabajadores de distintos talleres, para la revisión e identificación de las dolencias y molestias en los trabajadores producto de la actividad realizada. Se obtuvo que el 20% de los trabajadores presentan molestias a nivel del cuello, el 90% a nivel de la espalda, 80% en los brazos, 90% en los antebrazos, 20% en las muñecas y 60% en las piernas, con lo cual se puede evidenciar la existencia de un alto porcentaje de molestias a nivel de las extremidades superiores como es espalda, brazo y antebrazo.

5.6 Verificación de la hipótesis

Las hipótesis planteadas en esta investigación son:

Hipótesis alternativa o de trabajo

El desarrollo del sistema semi-automático ergonómico influirá en el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³.

Hipótesis nula

El desarrollo del sistema semi-automático ergonómico no influirá en el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³.

5.6.1 Prueba de Normalidad

Para la verificación de la hipótesis se hizo el uso del software estadístico spss, con los datos obtenidos con los equipos certificados en los tres talleres, a los tres trabajadores y valorados mediante normativa; y con las encuestas realizadas en distintos talleres, se asoció las variables mediante los riesgos ergonómicos y las consecuencias en los trastornos musculo esqueléticos a sufrir, por trabajadores durante el diagnóstico de cajas de transmisión.

Tabla 15

Datos obtenidos mediante equipos y encuestas certificadas

FRECUENCIAS				
Pregunta:		Respuesta:		
		SI	NO	TOTAL
Factores que presentan riesgos ergonómicos altos y medios	Ruido	8	2	10
	Temperatura	7	3	10
	Levantamiento de cargas	7	3	10
	Posturas forzadas	8	2	10
Al terminar su jornada de trabajo presenta dolores en:	Espalda	9	1	10
	Brazo	7	3	10
	Antebrazo	8	2	10
		58	12	70

A continuación, se procede a realizar una prueba de normalidad con los datos obtenidos de equipos y encuestas, para saber si el desarrollo del sistema ergonómico tendrá relación de influencia con pruebas paramétricas o no paramétricas, durante el diagnóstico de cajas de transmisión manuales.

Tabla 16

Normalidad obtenida

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SI	,258	7	,174	,818	7	,062
NO	,258	7	,174	,818	7	,062

a. Corrección de significación de Lilliefors

De la tabla 16 se tomaron los datos de Shapiro Wilk debido a que no exceden los 50 datos tomados, caso contrario con más de 50 datos se tomaría como referencia a Kolmogortov-Smirnov.

Como el valor de significancia es mayor 0,05 es decir se tiene un valor 0,062, indica que los datos obtenidos tienen una distribución normal y a su vez notifica que es una prueba paramétrica por lo que se aplicará la correlación de Pearson para el análisis final de la hipótesis.

5.6.2 Resultados mediante la correlación de Pearson

En este caso se analizará la hipótesis mediante la correlación de Pearson con el uso del software SPSS.

Para verificar la hipótesis se analizó con el SPSS, con los datos obtenidos de toda la población, es decir la relación que se tuvo con el uso de los equipos para la medición de distintos factores ergonómicos, como también las encuestas realizadas en distintos talleres mecánicos, para poder correlacionar con la prueba estadística de Pearson, debido a que la investigación tiene un enfoque de asociación de variables y dichas variables tienen resultados cuantitativos.

A continuación, se muestra la tabla obtenida con el SPSS con la correlación de Pearson:

Tabla 17

Correlación de Pearson

Correlaciones			
		SI	NO
SI	Correlación de Pearson	1	-1,000**
	Sig. (bilateral)		,000
	N	7	7
NO	Correlación de Pearson	-1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,000	
	N	7	7

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

Como se aprecia en la tabla 17, indica que el valor de significancia es de 0,00 y como este valor es menor a 0,05 con la asociación de las muestras, por lo cual, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, lo que significa que el desarrollo del sistema semi-automático ergonómico si influye en el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices hasta 3000 cm³.

5.7 Conclusiones

- Se identificó que existen riesgos ergonómicos, como fueron levantamiento de carga, malas posturas y movimientos forzados, durante el diagnóstico común, también con equipos de medición se obtuvo un ruido ambiental promedio de 85 dB, temperatura ambiental de 23,5 °C y una exposición de químicos como la gasolina superando las 100ppm, del mismo modo se pudo constatar directamente en los talleres automotrices que no utilizan un equipo de protección personal como son guantes y botas de seguridad, entre otras.
- Se evaluó los movimientos inadecuados durante el diagnóstico común, mediante el uso del método REBA, permitió evaluar al operador de cajas de transmisión zonas corporales como el cuello, tronco, piernas, brazo, antebrazo y muñeca, dando como resultado un nivel de riesgo alto durante el levantamiento de carga y un nivel de riesgo medio, con los movimientos forzados, mientras se diagnostica una caja de transmisión de la manera común.
- De las encuestas realizadas a los trabajadores en diferentes talleres automotrices, se constató que al final de su turno de 8 horas diarias se evidenció que la mayoría de trabajadores presentan dolencias en las extremidades superiores, como son tronco, brazo y antebrazo.
- Se implementó el sistema semi-automático para reducir los riesgos ergonómicos a los que están expuestos todos los técnicos de cajas de transmisión dentro de un taller automotriz.
- Se logró minimizar los riesgos ergonómicos durante el diagnóstico con el sistema semi-automático, evitando el levantamiento de cargas forzadas manualmente, mediante la adaptación de un equipo eléctrico en el sistema semi-automático, dado que sobrepasa el valor permisible de 25kg para levantamiento de carga, en este caso la caja de transmisión modelo tiene un peso de 35kg, por lo q fue necesaria su intervención inmediata, y del mismo modo los movimientos forzados adaptando un motor eléctrico que activa el

funcionamiento de la caja de transmisión, y es controlada las RPM con el uso de un variador de frecuencia.

5.8 Recomendaciones

- Debido a la evaluación de ruido realizada con el sistema, arrojó valores promedios de 85 a 90 decibeles, en actividades puntuales como encendido del motor y chequeo de parámetros que dura unos 30 minutos, dado que no sobrepasa el nivel permisible que indica la normativa del Instituto Ecuatoriano, no es necesario el uso de protección auditiva.
- Para garantizar el correcto uso del sistema ergonómico, es necesario tomar como guía las instrucciones que se encuentran dentro del panel de operación.
- Realizar charlas permanentes de seguridad, indicando los riesgos a los que están expuestos los trabajadores, al momento de operar con el sistema semiautomático ergonómico.

6. PROPUESTA

Tema

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SEMI-AUTOMÁTICO ERGONÓMICO PARA EL DIAGNÓSTICO DE CAJAS DE TRANSMISIÓN MANUALES HASTA 3000 CM³ EN UN TALLER AUTOMOTRIZ.

6.1 Datos Informativos

Institución ejecutora: Universidad Técnica de Ambato – Maestría en Administración de Empresas mención Sistemas Integrados de Gestión, Calidad Seguridad y Ambiente – Ing. Juano Espinoza.

Beneficiarios: Fast Solutions – Facultad de Administración de Empresas de la UTA.

Ubicación: Huachi Grande calles Alabama y Hawaii, ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

Tiempo estimado para la ejecución: Inicio: Mayo 2020 – Fin: Enero 2020

Equipo técnico responsable: Investigador y Tutor

6.2 Antecedentes de la Propuesta

Con la ayuda del prototipo ergonómico, se redujo los riesgos asociados con el trabajo de los técnicos, cómo son sobreesfuerzos, posturas forzadas y levantamiento de cargas entre otras, durante el diagnóstico de cajas de transmisión.

Una vez realizado la identificación de sobreesfuerzos en el área de mantenimiento y con la puesta en marcha del prototipo, se constató que existen diferentes riesgos mecánicos a los que están expuestos los operadores con el sistema

ergonómico, se evidencia la presencia de riesgos, que han sido evaluados con el método REBA.

Adicionalmente se identificó los malestares y dolencias que incomodan a los trabajadores a causa de las actividades forzadas, llevadas durante el diagnóstico y reparación de cajas de transmisión, las más relevantes fueron el dolor de espalda y de antebrazo, para poder reducir estos malestares laborales se adaptó un elevador eléctrico en el sistema, con condiciones relacionadas con los percentiles de los trabajadores, dentro de un taller mecánico.

6.3 Objetivos

6.3.1 Objetivo General

- Implementar el sistema semi-automático ergonómico para el diagnóstico de cajas de transmisión manuales hasta 3000 cm³ en un taller automotriz.

6.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar parámetros ergonómicos para el sistema durante el diagnóstico de cajas de transmisión manuales automotrices.
- Analizar mediante una matriz de riesgos las probabilidades de ocurrencia de algún tipo de riesgo asociado a esta tarea de diagnóstico con el sistema.
- Capacitar al personal técnico de cajas de transmisión, mediante charlas de seguridad, para prevenir riesgos ergonómicos y cuidar la salud de los trabajadores.

6.4 Justificación

La tecnología va de la mano con el mantenimiento automotriz, por lo tanto, sí se aumenta una maquinaria ergonómica en un taller automotriz, se podrá mejorar la

calidad del servicio y la salud de los trabajadores, aumentando beneficios y disminuyendo los riesgos asociados al diagnóstico de cajas de transmisión.

Por tal motivo, es necesario la implementación de este sistema semi-automático ergonómico en un taller automotriz, dado que también durante la evaluación en el taller en el diagnóstico común, se verificó mediante una encuesta a los trabajadores en distintos talleres, llegando al resultado, que necesita este puesto de trabajo ser intervenido de manera inmediata, considerando, los movimientos forzados, cómo condiciones dañinas para la salud de forma leve, y los sobreesfuerzos y malas posturas, estimados, cómo actividades sumamente graves, por lo que se aplicará el método ergonómico REBA para evaluar el trabajo con el sistema ergonómico.

Finalmente se pretende capacitar a todo el personal que hará uso de este sistema, durante el diagnóstico de cajas de transmisión, mediante charlas de seguridad y la sociabilidad de los riesgos a los que están expuestos en cada actividad que forma parte del sistema semi-automático ergonómico, mediante una matriz de riesgos.

6.5 Análisis de Factibilidad

6.5.1 Política

En la Ley de Seguridad Social se establece: Art. 155.- Lineamientos de política “El Seguro General de Riesgos del Trabajo protege al afiliado y al empleador mediante programas de prevención de los riesgos derivados del trabajo, y acciones de reparación de los daños derivados de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, incluida la rehabilitación física y mental y la reinserción laboral”.

6.5.2 Tecnológica

Dentro de la industria automotriz, la tecnología juega un papel cada vez más participativo, ya sea desde el punto de vista productivo, organizacional, de la seguridad, ergonómico, entre otros, tal es el caso que en la actualidad se cuenta con un sin número de dispositivos mecánicos y electrónicos, que permiten el mantenimiento

y la preservación de un automotor. Del mismo modo se cuenta con instrumentos y equipos que facilitan la identificación, evaluación y control de factores de riesgo, que ayudan a precautelar los recursos de las empresas, como principal recurso el humano, económicos y el factor indispensable dentro de la actualidad el tecnológico.

6.5.3 Organizacional

Debido a la creación y desarrollo del sistema, se arrancó una pequeña organización de venta, diagnóstico y reparación de cajas de transmisión, en la que existen dos miembros que forman parte de la organización, dado que uno de ellos es el investigador, se tomará las respectivas acciones en caso de existir riesgos relacionados con el desarrollo del sistema implementado dentro de un taller automotriz.

6.5.4 Ambiental

Al momento de desarrollar el sistema ergonómico se tomó en cuenta dos factores ambientales, como es la reducción de contaminación por combustión y por ruido, es decir en el sistema se utilizó un motor eléctrico en vez de combustión, cómo puede ser a gasolina o diésel. También se utilizó otros equipos neumáticos amigables con el medio ambiente para reducir la contaminación por ruido, y con el trabajador poder preservar la seguridad y ambiente confortable para el trabajador.

6.5.5 Económico

Desde un punto de vista económico cabe recalcar, qué cómo el sistema será utilizado dentro de la organización, los costos fueron valorados desde la construcción con la materia prima y se tomarán en cuenta todos los componentes necesarios para poder realizar y concluir la investigación como son: compra de materiales para la construcción, maquinaria y la mano de obra.

6.5.5.1 Costos Directos (CD)

Los costos de los materiales a utilizar en la construcción del sistema ergonómico, se detallan a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 18

Costos de materiales mecánicos

COSTOS DE MATERIALES MECÁNICOS (CMM)				
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES	COSTO/u.	TOTAL
1	Plancha acero al carbono	(250x120x0,6)cm	244,5	244,5
4	Tubo cuadrado	(5x5x260)cm	13,5	54
1	Tubo circular	(5x5x260)cm	5	10
2	Ángulo A36	(600x5)cm	8,9	8,9
10	Pernos	(2,54x0,5)cm	0,2	2
50	Remaches	2,54cm	0,15	7,5
1	Palanca	(25)cm	14	14
2	Chumaceras	(5x2)cm	15	30
1	Mandril con eje	(10x10)cm	150	150
50	Electrodos 6011	(0,32x20)cm	0,45	22,5
2	Poleas	(5x2)cm	15	30
1	Plancha de tol galvanizado	(250x120x0,09)cm	10,5	10,5
			TOTAL (\$)	583,90

Tabla 19

Costos de materiales eléctricos

COSTOS DE MATERIALES ELÉCTRICOS (CME)			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO/u. (\$)	TOTAL (\$)
1	Motor eléctrico de 3 Hp-220V	320	320
1	Winche eléctrico de 200 kg-12V	130	130
1	Variador de frecuencia de 3hp-110V	380	380
1	Batería eléctrica 54A-12V	90	90
4	Cable solido #10	3,5	6
1	Conector a toma corriente	4	4

TOTAL (\$) 930

Tabla 20

Costos de materiales varios

COSTOS DE MATERIALES VARIOS (CMV)			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	COSTO/u. (\$)	TOTAL (\$)
3	Pintura sintética rojo, negro	8,9	26,7
2	Fondo para pintura	3,5	7
4	Pliego de lija	0,9	3,6
2	Tiñer	1,8	3,6
6	Caucho rubatex aislante	1,5	9
2	Pegamento de contacto	3,5	7
		TOTAL (\$)	59,90

Para la obtención de los costos directos sumamos los subtotales:

$$\mathbf{CD = CMM + CME + CMV}$$

Tabla 21

Costos directos

COSTOS DIRECTOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
CMM	583,90
CME	930
CMV	59,90
TOTAL (\$)	1573,80

6.5.5.2 Costos Indirectos (CI)

Costo de maquinaria utilizada (CMU)

Los costos de las máquinas y herramientas utilizadas para la construcción están detallados en la siguiente tabla, se ha tomado como referencia las horas de ocupación de cada una de ellas para hallar el costo total.

Tabla 22

Costos de maquinaria utilizada

COSTOS DE MAQUINARIA UTILIZADA (CMU)			
MÁQUINA	TIEMPO DE EMPLEO (h)	COSTO/h (\$)	TOTAL (\$)
Dobladora de tol	20	6	120
Taladro	12	3	36
Suelda Eléctrica	8	5	40
Cortadora	8	3	24
Compresor	4	5	20
Esmeril	2	3	6
Herramientas	16	4	64
		TOTAL (\$)	310

Costos de mano de obra (CMO)

Para la construcción del sistema semi-automático ergonómico fue necesario solicitar la ayuda de un maestro y oficial, ellos trabajarán durante 5 días en la semana durante 8 horas diarias.

El tiempo estimado para la construcción del sistema ergonómico es de 30 días.

Tabla 23

Costos de mano de obra

COSTOS DE MANO DE OBRA (CMO)				
DESCRIPCIÓN	COSTO/HORA	COSTO/DÍA	TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN	SALARIO/OBRERO
	A (\$)	A (\$)		A (\$)
Maestro	2	16	30	480
Oficial	1	8	20	160
TOTAL (\$)				640

Para obtener el valor de los costos indirectos sumamos los subtotales:

$$CI = CMU + CMO$$

Tabla 24

Costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS	
DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
CMU	310
CMO	640
TOTAL (\$)	950

6.5.5.3 Costo total (CT)

Para obtener el valor total para la construcción del sistema semi-automático ergonómico, sumamos los costos directos y los costos indirectos hallados anteriormente:

$$CT = CD + CI$$

Tabla 25

Costo total

COSTO TOTAL (CT)	
DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
CD	1573,80
CI	950
TOTAL (\$)	2523,80

Previo al costo total obtenido, le aumentamos el 10%, dado que pueden ocurrir imprevistos mediante la elaboración del proyecto.

Tabla 26

Costo total final

COSTOS TOTAL FINAL	
DESCRIPCIÓN	VALOR (\$)
TOTAL	2523,80
10%	252,38
TOTAL (\$)	2776,18

El costo del sistema semi-automático ergonómico es de \$2776,18

6.5.6 Legal

De acuerdo a la Constitución de la República Del Ecuador vigente manifiesta en su Art. 326, El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios: numeral 5. “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.”

Decisión 584: Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo

Artículo 11.- En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este

objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial.

a) Formular la política empresarial y hacerla conocer a todo el personal de la empresa. Prever los objetivos, recursos, responsables y programas en materia de seguridad y salud en el trabajo.

6.6 Fundamentación

Con la investigación realizada en el capítulo IV en el marco teórico, se tomó como referente al método REBA para evaluar las condiciones laborales con el sistema, dado que este método permite monitorear antes y después dentro de un taller automotriz, se aplicará este método con la implementación del sistema ergonómico, evaluando los diferentes grupos corporales cómo son sus extremidades superiores e inferiores.

6.6.1 Evaluación con el método REBA con el sistema ergonómico

6.6.1.1 Grupo A: Puntuaciones del tronco, cuello y piernas

El método comienza con la valoración y puntuación individual de los miembros del grupo A, formado por el cuello, tronco y las piernas.

Puntuación del cuello

En primer lugar, se evaluó la posición del cuello. El método considera dos posibles posiciones del cuello. En la primera el cuello está flexionado entre 0 y 20 grados y en la segunda existe flexión o extensión de más de 20 grados.

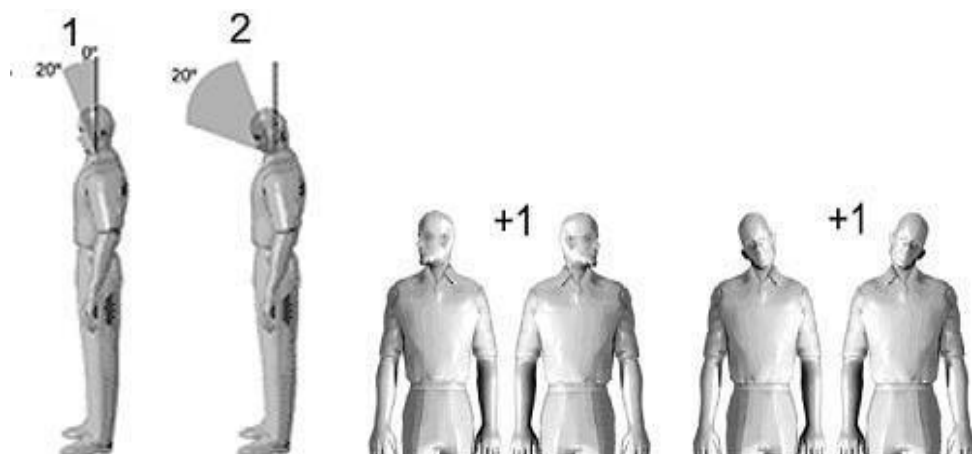


Figura 34. Posiciones del cuello

Tabla 27

Puntuación del cuello

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN	CAMBIO EN LA PUNTUACIÓN
0° – 20° flexión	1	+1 si la cabeza está girada o inclinada
> 20° flexión o extendido	2	hacia un lado

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

La puntuación calculada para el cuello podrá verse incrementada si el trabajador presenta torsión o inclinación lateral del cuello, tal y como indica la tabla 27, basada en (ERGONAUTAS, 2019)



Figura 35. Posición del cuello con el sistema

Cómo se observa en la figura 35, el cuello no sobrepasa la inclinación mayor a 20° tampoco se encuentra flexionada o extendida, por lo que el valor a tomar con la tabla 27 es de 1.

Puntuación del tronco

El segundo miembro a evaluar del grupo A es el tronco. Se debe determinar si el trabajador realiza la tarea con el tronco erguido o recto, indicando en este último caso el grado de flexión o extensión observado. Se seleccionará la puntuación adecuada de la tabla 28.

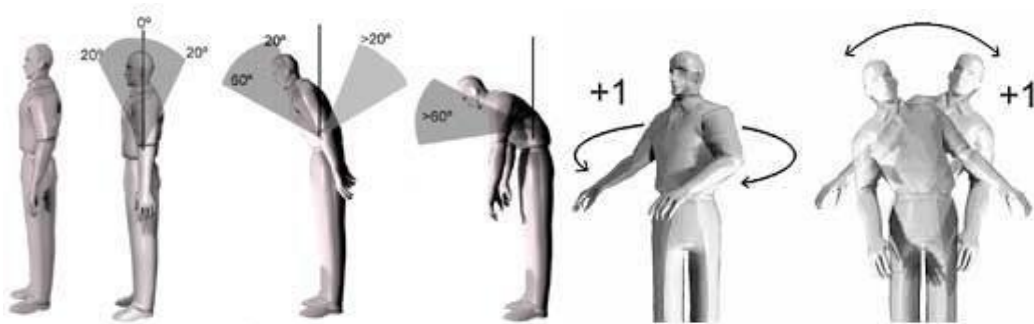


Figura 36. Posiciones del tronco

Tabla 28

Puntuación del tronco

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN	CAMBIO EN LA PUNTUACIÓN
Erguido	1	+1 si está girado o inclinado hacia un lado
0° – 20° flexión	2	
0° – 20° extensión		
20° – 60° flexión	3	
> 20° extensión		
> 60° flexión	4	

La puntuación del tronco incrementará su valor si existe torsión o inclinación lateral del tronco como indica la tabla 28 tomada de (ERGONAUTAS, 2019).



Figura 37. Posición del tronco con el sistema

Cómo se aprecia en la figura 37, el tronco no excede la inclinación mayor a 20°, tampoco se encuentra girado o inclinado, por lo que el valor a tomar con la tabla 28 es de 1.

Puntuación de las piernas

Para terminar con las puntuaciones de los miembros del grupo A, se evaluará la posición de las piernas. Mediante la tabla 29 permitió obtener la puntuación inicial asignada a las piernas en función de la distribución del peso.

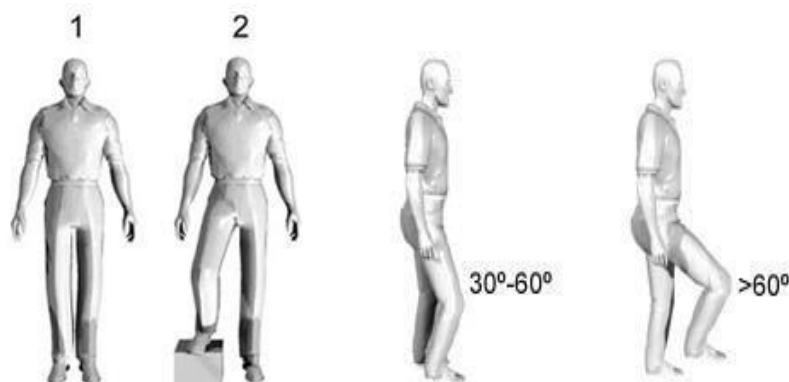


Figura 38. Posiciones de las piernas

Tabla 29

Puntuación de las piernas

POSICIÓN	PUNTUACIÓN	CAMBIO EN LA PUNTUACIÓN
Apoyo bilateral del peso, caminando o sentado	1	+1 si la/s rodilla/s está/n entre 30° – 60° de flexión
Apoyo unilateral del peso, una pierna alzada o una postura inestable	2	+2 si la/s rodilla/s están flexionadas > 60° (excepto sentado)

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

La puntuación de las piernas se verá incrementada si existe flexión de una o en ambas rodillas. El incremento puede ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado, el método considera que no existe flexión y por tanto no incrementa la puntuación de las piernas.



Figura 39. Posición de las piernas con el sistema

Cómo se observa en la figura 39, las piernas se encuentran apoyadas bilateralmente, a su vez no se encuentran flexionadas, por lo que el valor a tomar con la tabla 29 es de 1.

6.6.1.2 Grupo B: Puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca

Cabe recalcar, qué en esta evaluación se analizó únicamente un lado del cuerpo, es decir se asumió que se trabaja con el lado derecho o izquierdo por tanto se puntuará un único brazo, antebrazo y muñeca, para cada postura.

Puntuación del brazo

Para determinar la puntuación a asignar al brazo, se deberá medir su ángulo de flexión como indica la figura 40, las diferentes posturas consideradas por el método y prueba orientar al evaluador al instante de realizar las mediciones necesarias.

En función del ángulo formado por el brazo se obtiene la puntuación desde la tabla 30.

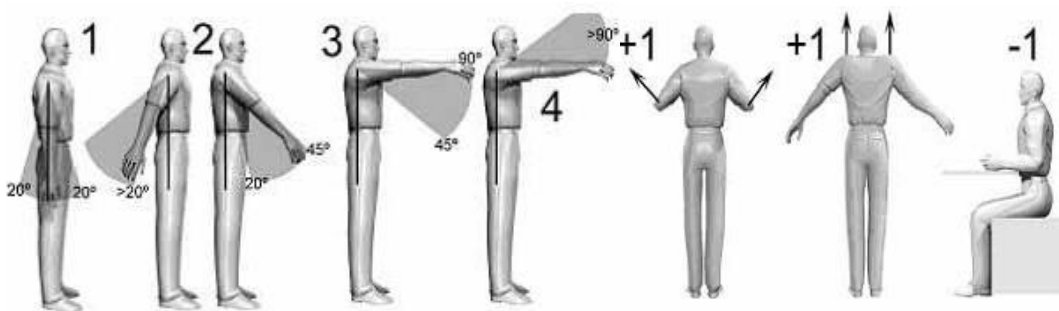


Figura 40. Posiciones del brazo

Tabla 30

Puntuación del brazo

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN	CAMBIO EN LA PUNTUACIÓN
20° extensión a	1	+1 si el brazo está: abducido o rotado
20° flexión		+1 si el hombro está levantado
>20° extensión	2	-1 si el brazo está apoyado, o su peso sostenido, o ayudado por la gravedad
20° – 45° flexión		
45° – 90° flexión	3	
>90° flexión	4	

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

La puntuación determinada al brazo podrá verse incrementada si el trabajador tiene el brazo abducido o rotado o si el hombro está elevado. Sin embargo, el método considera una circunstancia atenuante del riesgo, la existencia de apoyo para el brazo o que adopte una posición a favor de la gravedad, disminuyendo en tales casos la puntuación inicial del brazo.



Figura 41. Posición del brazo con el sistema

Cómo se evidencia en la figura 41, el brazo tiene una flexión de 20 a 45° se asume un valor de 3 de tabla, y su peso se encuentra ligeramente sostenido o ayudado por la gravedad tomando el valor de -1, por lo que el valor a tomar con la tabla 30 es de 2.

Puntuación del antebrazo

A continuación, es analizada la posición del antebrazo. Se hace referencia de la tabla 31 la puntuación del antebrazo en función su ángulo de flexión, la figura 42 muestra los ángulos valorados por el método.

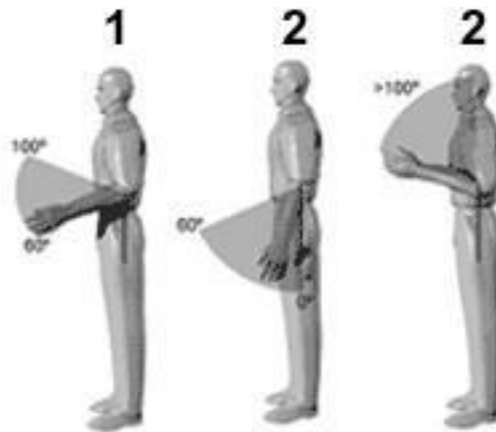


Figura 42. Posiciones del antebrazo

Tabla 31

Puntuación del antebrazo

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN
60° – 100° flexión	1
<60° flexión, o >100° extensión	2

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

En este caso, el método no adiciona condiciones de modificación de la puntuación asignada.



Figura 43. Posición del antebrazo con el sistema

Cómo se aprecia en la figura 43, el antebrazo se encuentra con una flexión de 60 a 100°, por lo que el valor a tomar de la tabla 31 es de 1.

Puntuación de la Muñeca

Para finalizar con la puntuación de los miembros superiores se analizó la posición de la muñeca, mediante la figura 44, indica dos posiciones consideradas por el método. Con el estudio del ángulo de flexión de la muñeca se procede a la selección de la puntuación correspondiente consultando los valores proporcionados por la tabla 32.

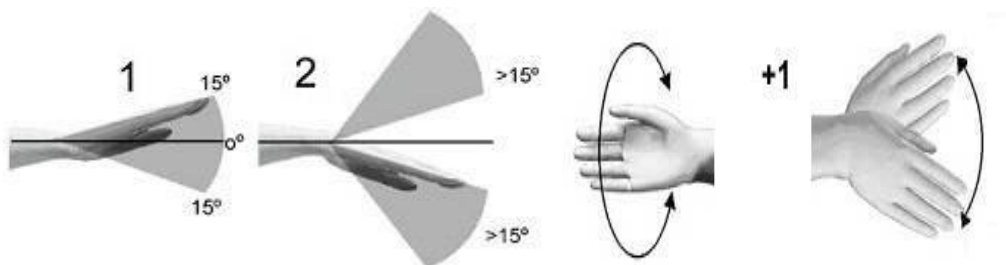


Figura 44. Posiciones de la muñeca

Tabla 32

Puntuación de la muñeca

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN	CAMBIO EN LA PUNTUACIÓN
0° – 15° flexión o extensión	1	+1 si la muñeca está desviada o girada
>15° flexión o extensión	2	

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

El valor calculado para la muñeca se verá incrementado en una unidad, si esta presenta torsión o desviación lateral.



Figura 45. Posición de la muñeca con el sistema

Cómo se aprecia en la figura 45, la muñeca esta con una flexión de 0 a 15° y del mismo se verifica que no se encuentra desviada o girada, por lo que el valor a tomar de la tabla 32 es de 1.

6.6.1.3 Puntuaciones de los grupos A y B

Las puntuaciones individuales obtenidas para el tronco, el cuello y las piernas (grupo A), permitirá obtener una primera puntuación de dicho grupo mediante la consulta de la tabla mostrada a continuación (Tabla A).

Tabla 33

Puntuaciones iniciales del grupo A y B

Grupo A	Grupo B
Cuello = 1	Brazo = 2
Tronco = 1	Antebrazo = 1
Piernas = 1	Muñeca = 1

Tabla 34

Puntuación inicial del grupo A

Tro nco	1				Cuello				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

Se toma el valor de 1 de la tabla 34, referente a las puntuaciones iniciales tomadas de cuello, tronco y piernas de la tabla 33.

Tabla 35

Puntuación inicial del grupo B

Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

En el grupo B de igual forma se toma el valor de 1 de la tabla 35, referente a las puntuaciones iniciales tomadas de brazo, antebrazo y muñeca de la tabla 33.

6.6.1.4 Puntuación de la carga o fuerza.

La carga o fuerza utilizada durante el diagnóstico de cajas de transmisión con el sistema ergonómico, modificará la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 kilogramos de peso.

Tabla 36.

Puntuación para la carga o fuerza.

POSICIÓN	PUNTUACIÓN	CAMBIO EN LA PUNTUACIÓN
La carga o fuerza es menor de 5 kg.	0	+1 La fuerza se aplica bruscamente.
La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kg.	1	
La carga o fuerza es mayor de 10 Kg.	2	

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

De la tabla 36, no se incrementará la puntuación del grupo A, debido a que el sistema utiliza un winche eléctrico para la elevación y manipulación de las cajas de transmisión, y no se carga o se hace fuerza, por lo que Puntuación A se mantiene en 1.

6.6.1.5 Puntuación del tipo de agarre.

El tipo de agarre aumentará la puntuación del grupo B (brazo, antebrazo y muñeca), excepto en el caso de considerarse que el tipo de agarre es bueno. La tabla 37 muestra los incrementos a aplicar según el tipo de agarre.

En lo sucesivo la puntuación del grupo B modificada por el tipo de agarre se denominará "Puntuación B".

Tabla 37

Puntuación del tipo de agarre

MOVIMIENTO	PUNTUACIÓN
<p style="text-align: center;">Agarre Bueno</p> <p style="text-align: center;">El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio</p>	0
<p style="text-align: center;">Agarre Regular</p> <p style="text-align: center;">El agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo</p>	1
<p style="text-align: center;">Agarre Malo</p> <p style="text-align: center;">El agarre es posible pero no aceptable.</p>	2
<p style="text-align: center;">Agarre Inaceptable</p> <p style="text-align: center;">El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo.</p>	3

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

Identificando la figura 45 y asociándola con la tabla 37, se toma el valor de 1, debido a que el agarre regular, dado que es aceptable a la vista, pero no ideal para el trabajo.

Por lo que la Puntuación B es la sumatoria de la puntuación del grupo B con la puntuación del tipo de agarre, dando un resultado total de 2.

6.6.1.6 Puntuación C

Una vez determinados los valores de la Puntuación A y B, con la asociación del sistema ergonómico para el diagnóstico de cajas de transmisión, se procede a analizar la puntuación C, que básicamente llega a ser una puntuación intermedia entre las puntuaciones A y B.

Tabla 38

Puntuación C en función de las puntuaciones A y B

PUNTUACIÓN A	PUNTUACIÓN B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

Mediante la tabla 38 se encuentra que la puntuación C con las puntuaciones A y B es del valor de 1.

6.6.1.7 Puntuación Final

La puntuación final del método, es el resultado de sumar a la puntuación C con un valor incrementado de acuerdo a tres tipos de actividades musculares realizadas durante un lapso de tiempo. Cabe recalcar que ninguna de dichas actividades, se deben excluir de la evaluación con el método, por lo que puede incrementar el valor de la puntuación C hasta 3 unidades.

Tabla 39

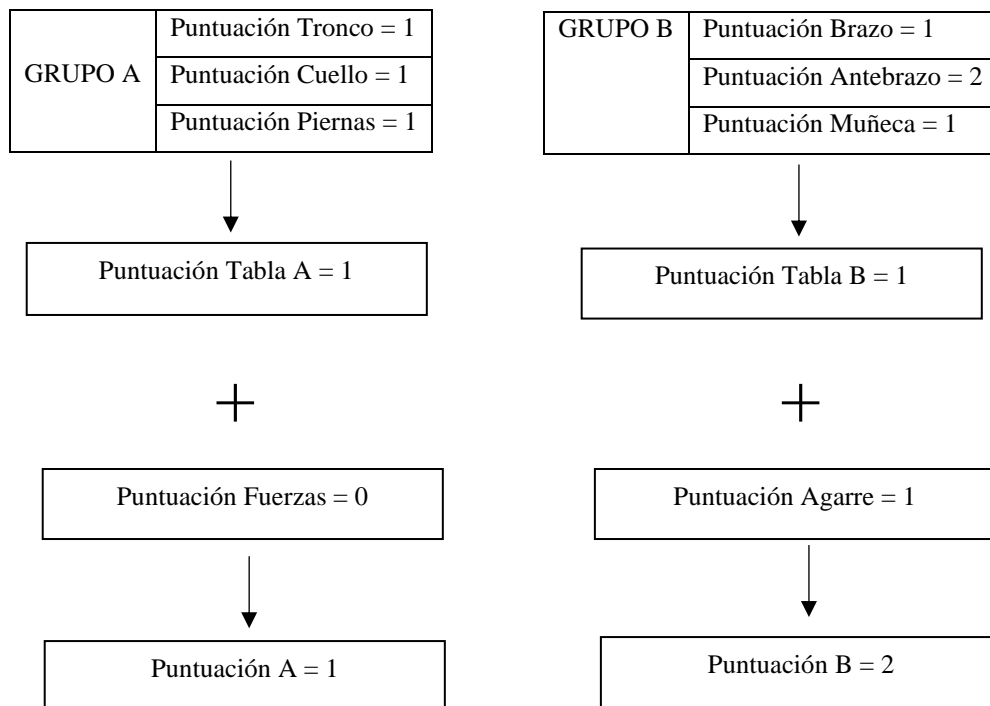
Puntuación C en función de las puntuaciones A y B

PUNTOS	ACTIVIDAD
+1	Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo, soportadas durante más de 1 minuto.
+1	Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetido más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).
+1	Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Nota: Tomada de ERGONAUTAS

Por último, debido a que la puntuación C dio un resultado de 1, visualizando la tabla 39 y relacionando con la actividad dentro del diagnóstico de cajas de transmisión, se incrementa el valor de 2 en la puntuación de C, debido que el trabajador si permanece estático uno o más partes de su cuerpo durante más de 1 minuto y también se producen cambios de postura.

Finalmente se esquematiza el método para mejor análisis y comprensión.



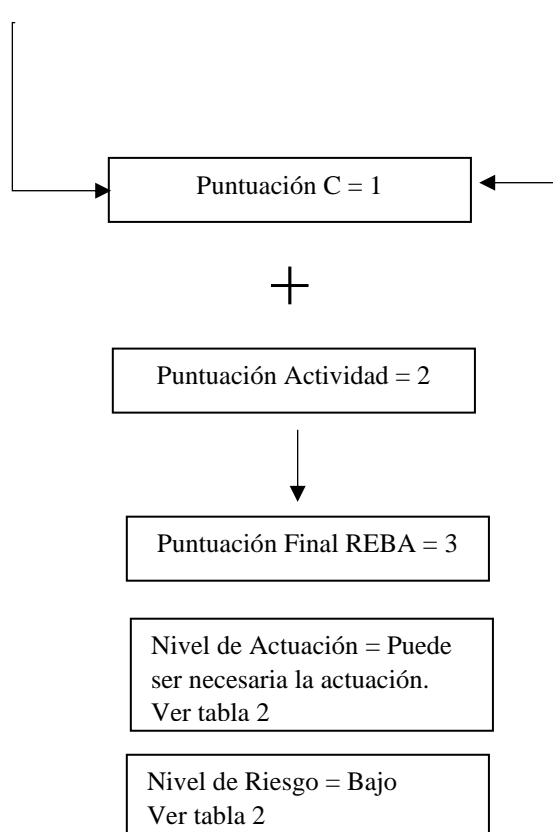


Figura 46. Flujo de obtención de puntuaciones en el método REBA

Como indica la figura 46 mediante la evaluación del riesgo ergonómico con el método REBA, durante el diagnóstico de cajas de transmisión con el sistema, se obtiene como resultado con el valor de la puntuación final de 3, en donde puede ser necesaria la actuación, teniendo a su vez un nivel de riesgo bajo.

6.6.2 Diseño Mecánico-Ergonómico

Debido a los resultados obtenidos por peso de la caja de transmisión, que sobrepasa el límite permisible de carga por persona, y a su vez de las encuestas realizadas, señala que la mayoría de trabajadores sufren dolores de espalda por el levantamiento forzado de cargas y dolores de antebrazo por movimientos forzados al momento de diagnosticar una caja manualmente.

Verificados los daños que afectan a la salud ocupacional de los técnicos de cajas de transmisión, se adaptó la mesa de trabajo con una altura promedio de 80cm de la mesa, siendo este construido con ejes cuadrados de acero A36 de alta resistencia, del mismo modo se colocó un winche eléctrico acoplada con una estructura metálica diseñada para el levantamiento de las cajas de transmisión para sujeción en el sistema para añadir revoluciones con la ayuda de un motor eléctrico.

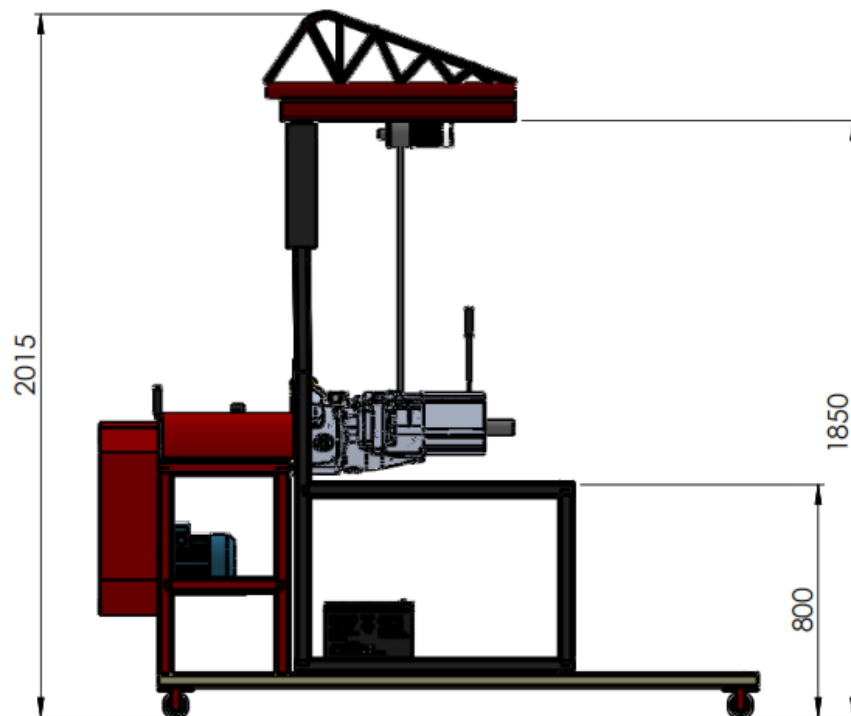


Figura 47. Diseño mecánico-ergonómico

Del mismo modo como se observa en la figura 47, se diseñó la altura promedio percentil desde el piso hasta el winche eléctrico de 1,85 m, debido a que ningún trabajador de los distintos talleres sobrepasó la medida de 1,78 m. Por lo que este fue diseñado a esa altura, para evitar golpes con la estructura que soporta el peso de la caja de transmisión.

6.7. Metodología

Una vez probado y evaluado el sistema ergonómico durante el diagnóstico de cajas de transmisión, se procedió a identificar como partió el desarrollo y el diseño del sistema y posteriormente evaluar el ruido, que es un factor de riesgo predominante durante el diagnóstico de cajas de transmisión.

6.7.1 Movimientos no forzados

Debido a la evaluación realizada durante el diagnóstico común, se identificó que la altura promedio entre diferentes trabajadores, desde el piso hasta la altura de la cadera fue el referente para los parámetros de la ergonomía, los percentiles de 5 hasta el 95%, es decir se tomó medidas desde el más pequeño hasta el más grande operador de cajas automotrices. Cómo se indica en la siguiente figura 48, se obtuvo un valor promedio, desde el piso hasta la cintura de 80 cm, así es cómo se diseñó la base de la altura de operación del sistema.

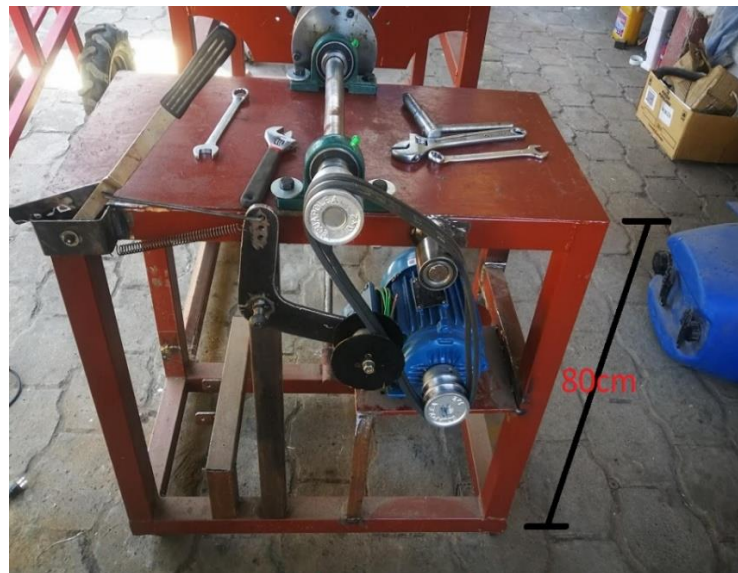


Figura 48. Altura promedio percentil de mesa de apoyo

6.7.2 Levantamiento de carga con el sistema ergonómico

Debido a que el peso de las cajas de transmisión sobrepasa el límite permisible de carga, fue necesaria la implementación dentro del sistema un winche eléctrico, que permite la elevación de las cajas sin mayor esfuerzo o daño para la salud ocupacional.



Figura 49. Altura promedio percentil del winche eléctrico

Del mismo modo para prevenir algún tipo de riesgo mecánico como se aprecia en la figura 49, se hizo el uso de percentiles de medida máxima de los trabajadores y la mínima, para de este modo conjugar la altura ideal para prevenir algún tipo de golpe con el winche eléctrico o del mismo modo con su estructura a la cual se sujeta.

6.7.3 Evaluación de ruido con el sistema ergonómico

Durante la evaluación, se pudo identificar, qué existe un ruido ambiental promedio de 70 dB, debido a que el trabajo o diagnóstico a realizar no supera los 20 minutos de operación y el sistema ergonómico trabaja a diario de 1 a 2 horas diarias, debido a este referente se tomó el valor de ruido indicado anteriormente, porque se tuvo un valor en funcionamiento del sistema de 88 dB, y durante su inactividad, se tuvo un ruido no considerable de 52 dB.



Figura 50. Evaluación del ruido con el sistema ergonómico

Como se observa en la figura 50, se tomó el ruido emitido con el sistema, durante el diagnóstico de la caja transmisión en el intercambio de marchas desde la 1era hasta la 5ta.

6.7.4 Matriz de riesgos asociadas a la operación

Debido a que toda actividad realizada, está asociada algún tipo de riesgo, es necesaria la valoración de cada una de sus actividades dentro del taller automotriz, para de este modo poder contrarrestar algún tipo de riesgo, pudiendo identificar, evaluar y controlar mediante la matriz de riesgos. A continuación, se detallan las diferentes valoraciones:

Tabla 40

Valoración de consecuencia

Clasificación	Consecuencia	Puntaje
Baja	Mordeduras, picaduras	2
Tolerable	Caída, ruido, vibración	4
Critico	Golpes, torceduras, contusiones, electrocución	6

Tabla 41

Valoración de la exposición

Clasificación	Exposición	Puntaje
Baja	trabajador expuesto 30 minutos al día	2
Tolerable	trabajador expuesto 2 horas al día	4
Critico	trabajador expuesto toda su jornada de trabajo	6

Tabla 42

Valoración de la probabilidad

Clasificación	Probabilidades	Puntaje
Baja	puede ocurrir una vez al mes	2
Tolerable	puede ocurrir una vez a la semana	4
Critico	puede ocurrir varias veces al día	6

Tabla 43

Valoración de la aceptabilidad

<i>Nivel de Riesgo</i>	
Bajo	6 a 10
Tolerable	11 a 15
Critico	16 a 18

Las tablas de la 40 a la 43 sucesivamente, indican las diferentes valoraciones, que tiene cada actividad relevante que conlleva algún tipo de riesgo, en este caso se realizará un control a los riesgos tolerables y críticos, debido a su magnitud de riesgo, las bajas pasarán desapercibidas (Javier, 2018).

Tabla 44

Matriz de Riesgos del Sistema Ergonómico

PROCESO	IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO			EVALUACIÓN				ACEPTABILIDAD	CONTROL
	ACTIVIDADES	PELIGRO	RIESGOS	CON SEC UEN CIA	EXP OSIC IÓN	PR OB ABI LID AD	C+E+P		
DIAGNÓSTICO DE UNA CAJA DE TRANSMISIÓN CON EL SISTEMA	Levantamiento de caja con winche eléctrico desde su posición inicial.	Caja de transmisión mal sujeta	Golpe, caída a distinto nivel	6	2	4	12	Tolerable	Aceptable Uso de casco, guantes de cuero y botas punta de acero
	Sujeción con pernos a plancha del sistema ergonómico.	Afloje y caída de la caja	Caída a distinto nivel, golpe.	6	2	2	10	Bajo	
	Apriete y desapriete con mandril a eje principal de caja de cambios.	Giro inoportuno del mandril	Atrapamiento, golpe	6	2	2	10	Bajo	
	Encendido y apagado de motor eléctrico y variador de frecuencia.	Accionamiento del switch	Electrocución	6	2	2	10	Bajo	
	Puesta en marcha con accionamiento de palanca.	Mal accionamiento	Ruido	4	2	4	10	Bajo	
	Recepción de factores de prueba (desgaste, revoluciones, ruido).	Toma de datos erróneos	Vibración, ruido	4	2	2	8	Bajo	
Ubicación inicial de caja con el winche eléctrico.	Movimiento inesperado de la caja	Caída, golpe	6	2	4	12	Tolerable	Aceptable	

6.8 Administración

Con la finalidad de mantener en óptimas condiciones el diagnóstico de las cajas de transmisión con el sistema ergonómico, hay que tener mucho en cuenta en lo que se refiere a cuidado del sistema, por lo que es necesario presentar un plan de mantenimiento.

6.8.1 Planeación

Realizar un mantenimiento continuo, es decir después que se realice cada diagnóstico; a continuación, se presentan unos pasos a seguir que ayudarán a mantenerla:

Se debe retirar la caja de cambios acabado cada diagnóstico, limpiar el sistema de grasas o aceites para evitar caídas o golpes durante o después del análisis de las cajas de transmisión.

Verificar de vez en cuando las conexiones eléctricas, observando que estas no presenten desprendimientos del material aislante por cambios de temperatura, ya que de no hacerlo puede ocasionar corto circuito ocasionando el daño de componentes eléctricos y/o causar accidentes.

Engrasar adecuadamente las partes móviles del sistema cada mes aproximadamente, dependiendo el uso continuo que este tenga dentro del taller automotriz, para de esta forma prolongar la vida útil de componentes eléctricos y mecánicos del sistema ergonómico.

6.8.2 Organización

Para obtener resultados favorables en cada práctica del diagnóstico de cajas de transmisión, se debe controlar las revoluciones del motor, con la adaptación de un variador de frecuencia, el cual permite simular la aceleración y giro de la caja de transmisión.

6.8.3 Dirección

Durante cada diagnóstico de caja de transmisión que sea utilizado el sistema ergonómico, este debe ser manipulado y dirigido por una persona que conozca el funcionamiento y la aplicación del mismo, de tal forma que para este caso puede ser el propietario o técnico líder del taller automotriz, a quien se le indique el uso y funcionamiento correcto del sistema.

6.8.4 Control

Durante el transcurso del diagnóstico se necesita controlar el funcionamiento tanto del sistema semi-automático ergonómico, como de la caja de transmisión, por lo tanto, es aconsejable seguir estos parámetros de operación para prevenir algún tipo de riesgo.

A continuación, se presenta los pasos a realizar antes y después del diagnóstico de una caja de transmisión:

Tabla 45

Análisis de riesgo de trabajo con el sistema ergonómico

Actividad	Riesgo	Control
Levantamiento de caja con winche eléctrico desde su posición inicial.	Golpe, caída	Uso de casco, guantes de cuero y botas punta de acero
Sujeción con pernos a plancha del sistema ergonómico.	Atrapamiento, golpe, corte	Uso de guantes, casco. Señalización
Apriete con mandril a eje principal de caja de cambios.	Atrapamiento, golpe	Uso de guantes, señalización
Encendido de motor eléctrico y variador de frecuencia.	Electrocución, ruido	Protección auditiva, uso de casco y guantes

Puesta en marcha con accionamiento de palanca.	Atrapamiento, golpe, ruido	Uso de guantes, gafas de seguridad y protección auditiva
Recepción de factores de prueba (desgaste, revoluciones, ruido).	Ruido, vibración, alta temperatura superficial	Uso de fichas de registro, protección auditiva y uso de casco.
Apagado del sistema eléctrico.	Golpe, electrocución.	Uso de guantes y casco
Desapriete de mandril, y afloje de pernos.	Golpe, corte	Uso de guantes y casco.
Ubicación inicial de caja con el winche eléctrico.	Caída, golpe	Uso de casco, guantes de cuero, botas punta de acero.

Los pasos puntuales antes y después del diagnóstico de una caja de transmisión, como se aprecia en la tabla 45, cada actividad está asociada algún tipo de factor de riesgo, entre los principales son los mecánicos y físicos, intentando evitar los riesgos ergonómicos propiamente estudiados en esta investigación, y a su vez dando a conocer los controles para mitigar los riesgos de operación en cada actividad.

En caso de presentarse algún inconveniente o fallo del sistema, el operador del taller automotriz debe informar al ingeniero quién diseñó la máquina, para de este modo presentar algún tipo de solución.

6.9 Previsión de la evaluación

Con la finalidad de exponer las mejoras para la propuesta, el objetivo principal de la previsión de la evaluación es presentar los resultados obtenidos durante las pruebas realizadas por el método REBA, y como factor ambiental contaminante durante el diagnóstico de las cajas de transmisión el ruido.

6.9.1 Mejoras para la propuesta

Para poder tener mejoras del sistema semi-automático ergonómico, se pueden realizar investigaciones posteriores, con el fin de mejorar los resultados y mejorar con la calidad de vida de los trabajadores. A continuación, se presentan algunas mejoras:

Se puede colocar algún tipo de panel, dentro del área de operación con el sistema y la caja de transmisión, para reducir riesgos ergonómicos y mecánicos como puede ser exceso de ruido o golpes.

Sería ideal implementar sensores de movimiento para evitar algún tipo de riesgo durante la operación de diagnóstico, es decir algún sistema como paro emergencia en caso de detectar presencia humana dentro lugares eléctricos o mecánicos del sistema para prevenir algún accidente.

7. REFERENCIAS CITADAS

- Agila, E., Colunga, C., González, E., y Delgado, D. (2015). Síntomas Músculo-Esqueléticos En Trabajadores Operativos Del Área de Mantenimiento de Una Empresa Petrolera Ecuatoriana.
- Anon. (2016). Instituto Politécnico Nacional Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Guanajuato Ingeniería En Sistemas Automotrices Sistemas Automotrices Salvador Cruz Del Camino Transmisiones José Francisco González Pérez Alfonso Pérez Gil Oscar Ivá. 1–21.
- Arias, J., Villasís, A., Keever, M., Miranda, G., y Novales, M. (2016). Metodología de La Investigación. *Revista Alergia México* 63(2):201–6.
- Batalla, C. (2015). TÉCNICOS , JURÍDICOS Y ECONÓMICOS EN PRODUCCIÓN Ergonomía y Evaluación Del Riesgo Ergonómico.
- Beltrán, Z., Luz, E., y Kimoto, R. (2018). Revista de Ingeniería Industrial Elaboración de Hojas de Operación Estándar Para El Mantenimiento Del Servicio Mayor de Una Empresa Automotriz.
- Bello, K., Cárdenas, R., Valle, A., y Villota E. (2015). Análisis Del Mercado Laboral Peruano Para Las Ramas De Ingeniería Mecánica E Ingeniería Eléctrica.
- Budynas, R., Keith, J., Ridge, B., y Kuala, L. (2015). *Ley's Mechanical Engineering Design Eighth Edition in SI Units* Me Graw Hill.
- Capote, G., Rizo, N., y Bravo, G. (2016). La Formación de Ingenieros En La Actualidad. Una Explicación Necesaria. *SCielo* 8.
- Causas, D. (2015). Definición de Las Variables , Enfoque y Tipo de Investigación. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)* 1–11.
- Enríquez, A., Sánchez J., y Blanco V. (2015). Seguridad Industrial: Puesta En Servicio, Mantenimiento e Inspección de Equipos e Instalaciones. ([https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=HOQmDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Palomino,+Sánchez+y+Blanco+\(2015\)+&ots=m1JJbZO179&sig=ibpQQ4Y77DmHsgBCQPlr02yOdV4&redir_esc=y#v=onepage&q=Palomino%2C+Sánchez+y+Blanco+\(2015\)&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=HOQmDQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=Palomino,+Sánchez+y+Blanco+(2015)+&ots=m1JJbZO179&sig=ibpQQ4Y77DmHsgBCQPlr02yOdV4&redir_esc=y#v=onepage&q=Palomino%2C+Sánchez+y+Blanco+(2015)&f=false)).

- ERGONAUTAS. (2019). Método REBA - Rapid Entire Body Assessment. (<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>).
- Honigsblum, J. (2018). Estudio de Ergonomía En Un Puesto de Llenado de Bolos Helados Autor : José Honigsblum Heredia.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL, y SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO. (2016). Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento De Seguridad Y Salud De Los Trabajadores Y Mejoramiento Del Medio Ambiente De Trabajo.
- Léry, X., Tarras, A., Said, A., y Giannotti, J. (2015). Yield and Activity of Autographa Californica Multicapsid Nucleopolyhedrovirus and Phthorimaea Operculella Granulosis Virus in Cloned and Uncloned Cell Lines of P. Operculella. Vol. 26.
- Lescano, A. (2015). El Sobre esfuerzo y Su Incidencia En Los Trastornos Musculo Esqueléticos de Extremidades Superiores de Los Trabajadores Del Camal Frigorífico Municipal de Ambato.
- Maradei, F. (2018). Dispositivo Ergonómico Para El Mantenimiento y Reparación de Herramientas Instrumentales ILI.
- Ministerio de Trabajo y Empleo. (2015). Reglamento de Seguridad y Salud Para La Construcción y Obras Públicas. *Registro Oficial 174* (249):249.
- Normas APA. (2019). Centro de Escritura Javeriano.
- Núñez, S. (2019). Carga Postural. Metodologías de Evaluación. (pág. 68).
- Oberti, A., y Bacci, C. (2016). Metodología de La Investigación. *Memoria Académica*.
- Parra, Addys. (2019). Factores de Riesgo Ergonómico En Personal Administrativo, Un Problema de Salud Ocupacional. 2:10.
- ProMéxico. (2016). Programa Estratégico de la Industria Automotriz.
- Revista Prevención de Riesgos Laborales, (2016). Perspectivas de Intervención En Riesgos Psicosociales.
- Rodríguez, J. (2018). Matriz de Riesgos (FORMATO).
- Tapia, A. (2016). Dimensiones Culturales Sobre Seguridad y Salud Ocupacional de Trabajadores de Una Empresa de Manufactura Prefarmacéutica.

8. ANEXOS

Anexo A VALORACIÓN RIESGO VS GRAVEDAD DE ACCIDENTE

GRAVEDAD DEL ACCIDENTE		RIESGO DE ACCIDENTE			
		pequeño	considerable	grande	muy grande
ligero		1	2	2	3
leve		2	2	3	4
bastante grave		2	3	4	5
muy grave		3	4	5	5

Valoración del analista

Valoración del trabajador

Fuente: NTP 387

Anexo C FORMATO DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA EN PUESTOS DE TRABAJO

<p>1 Puesto de trabajo Marcar los defectos:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Área de trabajo horizontal</td> <td style="width: 5%;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 40%;">Asiento</td> <td style="width: 5%;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Altura de trabajo</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Herramientas</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Vista</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Otros equipos</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Espacio piernas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	Área de trabajo horizontal	<input type="checkbox"/>	Asiento	<input type="checkbox"/>	Altura de trabajo	<input type="checkbox"/>	Herramientas	<input type="checkbox"/>	Vista	<input type="checkbox"/>	Otros equipos	<input type="checkbox"/>	Espacio piernas	<input type="checkbox"/>			<p>8 Comunicación del trabajador y cont. personales</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>														
Área de trabajo horizontal	<input type="checkbox"/>	Asiento	<input type="checkbox"/>																												
Altura de trabajo	<input type="checkbox"/>	Herramientas	<input type="checkbox"/>																												
Vista	<input type="checkbox"/>	Otros equipos	<input type="checkbox"/>																												
Espacio piernas	<input type="checkbox"/>																														
<p>2 Actividad física general</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<p>9 Toma de decisiones</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																														
<p>3 Levantamiento de cargas</p> <p>Altura del levantamiento <input type="checkbox"/> normal <input type="checkbox"/> bajo peso de la carga ____ kgs distancia de manejo ____ cm Nº de cargas levantadas _____ Condiciones de levantamiento _____</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<p>10 Repetitividad del trabajo Duración del ciclo ____ min</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																														
<p>4 Posturas de trabajo y movimientos</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">ratio</th> <th style="text-align: center;">duración (h/d)</th> <th style="text-align: center;">ratio corregido</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuello-hombros</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Codo-muñeca</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Espalda</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Caderas-pierna</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>		ratio	duración (h/d)	ratio corregido	Cuello-hombros	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Codo-muñeca	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Espalda	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	Caderas-pierna	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>	<p>11 Atención</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">% del tiempo del ciclo</td> <td style="width: 50%;">atención demandada:</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> hasta 30</td> <td><input type="checkbox"/> superficial</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> de 30 a 60</td> <td><input type="checkbox"/> media</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> de 60 a 80</td> <td><input type="checkbox"/> bastante grande</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> más de 80</td> <td><input type="checkbox"/> muy grande</td> </tr> </table> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	% del tiempo del ciclo	atención demandada:	<input type="checkbox"/> hasta 30	<input type="checkbox"/> superficial	<input type="checkbox"/> de 30 a 60	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> de 60 a 80	<input type="checkbox"/> bastante grande	<input type="checkbox"/> más de 80	<input type="checkbox"/> muy grande
	ratio	duración (h/d)	ratio corregido																												
Cuello-hombros	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>																												
Codo-muñeca	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>																												
Espalda	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>																												
Caderas-pierna	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/>																												
% del tiempo del ciclo	atención demandada:																														
<input type="checkbox"/> hasta 30	<input type="checkbox"/> superficial																														
<input type="checkbox"/> de 30 a 60	<input type="checkbox"/> media																														
<input type="checkbox"/> de 60 a 80	<input type="checkbox"/> bastante grande																														
<input type="checkbox"/> más de 80	<input type="checkbox"/> muy grande																														
<p>5 Riesgos de accidente</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">Riesgo de accidente</td> <td style="width: 50%;">Gravedad del accidente</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> pequeño</td> <td><input type="checkbox"/> ligera</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> considerable</td> <td><input type="checkbox"/> leve</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> grande</td> <td><input type="checkbox"/> bastante grave</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> muy grande</td> <td><input type="checkbox"/> muy grave</td> </tr> </table> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 Riesgos concretos _____</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	Riesgo de accidente	Gravedad del accidente	<input type="checkbox"/> pequeño	<input type="checkbox"/> ligera	<input type="checkbox"/> considerable	<input type="checkbox"/> leve	<input type="checkbox"/> grande	<input type="checkbox"/> bastante grave	<input type="checkbox"/> muy grande	<input type="checkbox"/> muy grave	<p>12 Iluminación</p> <p>intensidad luminosa ____ lux, valor recomendado ____ lux deslumbramientos <input type="checkbox"/> ninguno <input type="checkbox"/> algunos <input type="checkbox"/> muchos</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																				
Riesgo de accidente	Gravedad del accidente																														
<input type="checkbox"/> pequeño	<input type="checkbox"/> ligera																														
<input type="checkbox"/> considerable	<input type="checkbox"/> leve																														
<input type="checkbox"/> grande	<input type="checkbox"/> bastante grave																														
<input type="checkbox"/> muy grande	<input type="checkbox"/> muy grave																														
<p>6 Contenido del trabajo</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<p>13 Ambiente térmico</p> <p>medidas de temperatura (°C) sentado: de pie: cabeza: pies:</p> <p>media ____ °C velocidad aire ____ m/s</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																														
<p>7 Autonomía</p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>	<p>14 Ruido</p> <p>Estimación o medición nivel de ruido ____ dB (A)</p> <p>demandas de trabajo comunicación verbal <input type="checkbox"/> concentración <input type="checkbox"/></p> <p>analista <input type="checkbox"/> trabajador <input type="checkbox"/></p>																														

Fuente: NTP 387

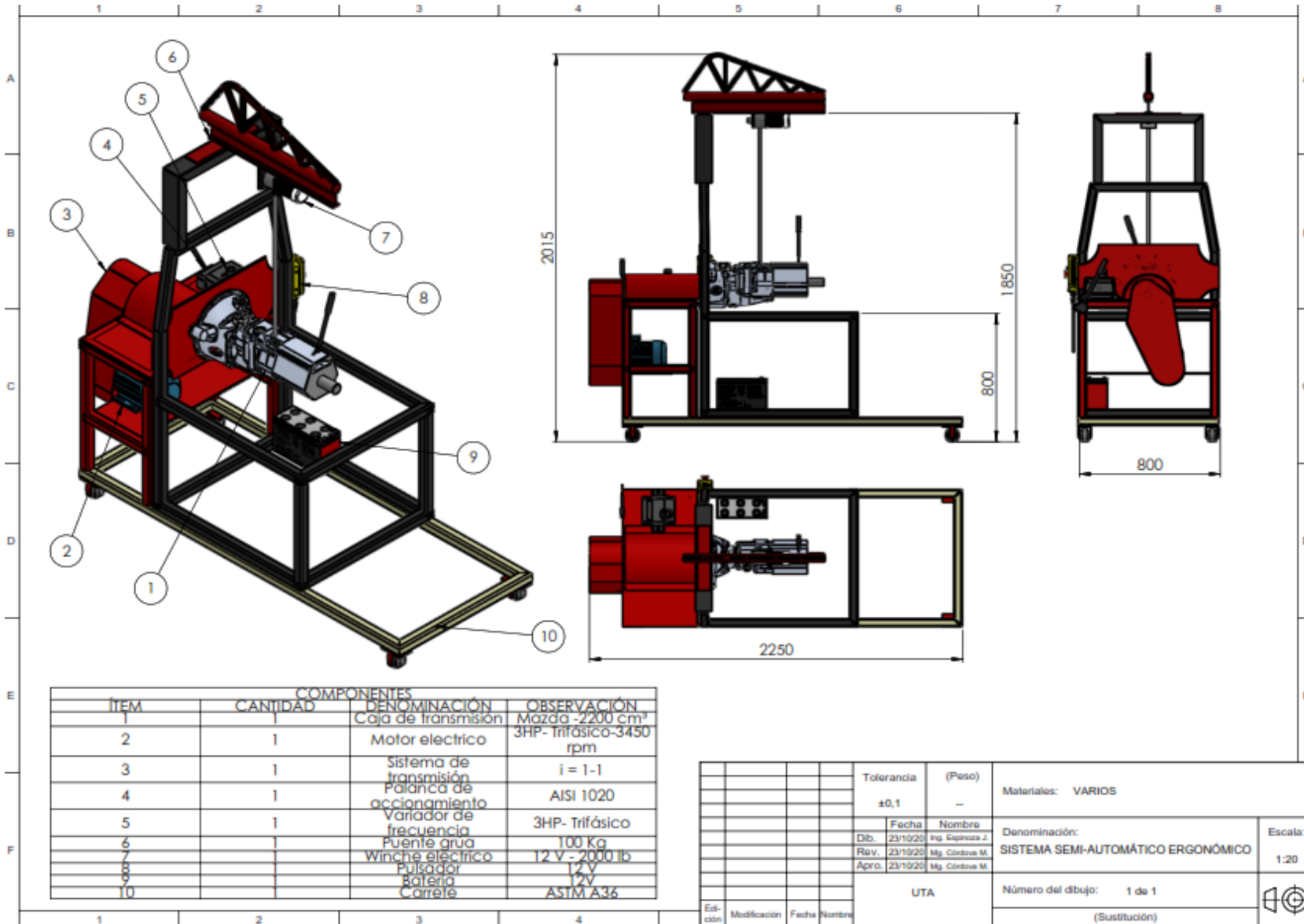
Anexo D HOJA DE PUNTUACIÓN METODO REBA

Nombre del puesto de trabajo

ZONA DERECHA / IZQUIERDA					
Imagen					
GRUPO A	TRONCO		GRUPO B	BRAZO	
	CUELLO			ANTEBRAZO	
	PIERNAS			MUÑECA	
↓			↓		
TABLA A			TABLA B		
+			+		
FUERZA			AGARRE		
↓			↓		
PUNTUACIÓN A			PUNTUACIÓN B		
↓					
PUNTUACIÓN C					
+					
ACTIVIDAD					
PUNTUACION FINAL REBA					
NIVEL DE		NIVEL DE		INTERVENCIÓN	
		RIESGO			

Fuente: ERGONAUTAS

Anexo E PLANOS SISTEMA ERGONÓMICO



Fuente: Elaboración propia