

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ**

EVALUACIÓN Y PROPUESTAS DE MEJORAS ERGONÓMICAS PARA PUESTOS DE TRABAJO EN ENSAMBLAJE DE BUSES

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Industrial**, que presenta el bachiller:

Rade Vajda Medina

ASESOR: Ing. Fernando Enrique Ormachea Freyre

Lima, junio de 2017

DEDICATORIA

A:

Mi padre, Esteban Vajda, por su apoyo y ser un ejemplo a seguir a lo largo de mi carrera universitaria. Por darme la oportunidad de tener la mejor educación, brindarme la opción de ser un Ingeniero Industrial y poder lograr grandes cosas en mi vida.

Mi madre, Angelita Medina, por darme la vida, amarme como solo una madre podría y creer siempre en mí. Me encaminó en el buen camino y enseñó a poder seguir adelante en la vida en cualquier situación. Le agradezco todo el apoyo y cariño que me ha entregado al igual que un hogar acogedor donde vivir.

Mi enamorada, Nicole Oré, quien ha estado conmigo desde que empezó mi carrera universitaria y estuvo a mi lado en los mejores y peores momentos. Ella me ha motivado a ser un mejor profesional y siempre mejorar como persona a lo largo de mi vida.

Mi asesor, Fernando Ormachea, por la orientación y apoyo en cualquier consulta que tuviese durante esta investigación. Él es un gran profesional que recibe con los brazos abiertos a todo alumno suyo que tenga alguna duda y se puede aprender mucho de sus correcciones.

Mi universidad por tener una educación de gran calidad, el mejor ambiente de estudio para crecer como estudiante y profesional, y los excelentes profesores que me presentaron, quienes siempre recordaré por sus enseñanzas y ejemplos que me servirán para el día de hoy y el futuro.

RESUMEN

El presente estudio corresponde a una empresa que se dedica al ensamblaje de carrocerías para ómnibus interprovinciales, turísticos y urbanos. Se busca identificar los problemas ergonómicos en los puestos de trabajo para mejorar la salud de los trabajadores y aumentar la productividad de la empresa con propuestas de mejora. Con este estudio, mediante selección del ómnibus más relevante como producto a analizar, información otorgada por la empresa y observaciones realizadas a través de visitas, se logra encontrar los principales trastornos musculoesqueléticos que ocasionan gastos por ausentismo y descansos médicos.

La evaluación se basa en analizar todas las operaciones en el área de producción para identificar los puestos y actividades más críticas mediante la elaboración de la matriz FINE, en la cual se calcula el Grado de Riesgo en cada punto según el nivel de exposición, probabilidad de ocurrir y las consecuencias de cada riesgo ergonómico. A partir de esto, se evalúan utilizando las metodologías más relevantes seleccionadas: NIOSH, REBA y OCRA. Mediante estos métodos se encontraron altos riesgos críticos en las actividades evaluadas, por lo que se comprueba que se necesitan correcciones y control inmediato.

Luego, se realiza las respectivas propuestas de mejora para los puestos de trabajo para reducir los problemas de postura, fallas por movimientos y otros peligros ergonómicos en base a criterios de antropometría, biomecánica y herramientas de trabajo relevantes para implementar en el área de trabajo. También se elaboró el cronograma de implementación para determinar los tiempos y secuencia para aplicar las propuestas.

Además, se elaboró el estudio de costo-beneficio para evaluar la factibilidad del proyecto presentado, en el cual se muestra los ahorros y beneficios que se logran mediante la inversión necesaria en las mejoras propuestas. Para esto se utilizaron los indicadores económicos TIR, VAN y COK elaborando un flujo de caja para 5 años, demostrando la viabilidad de este proyecto al calcular un TIR mayor al COK establecido y obtener un VAN de S/.25,507.86.

Por último, una vez realizado todo el análisis se elaboraron las conclusiones y recomendaciones sobre el estudio dado que se basan en la implementación de las mejoras presentadas en la empresa, los beneficios que se logran y cómo se pueden aplicar en situaciones similares.

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR : Título de Ingeniero Industrial

ALUMNA : **RADE VAJDA MEDINA**

CÓDIGO : 2010.0371.12

PROPUESTO POR : Ing. Fernando E. Ormachea Freyre

ASESOR : Ing. Fernando E. Ormachea Freyre

TEMA : EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAS ERGONÓMICAS PARA PUESTOS DE TRABAJO EN ENSAMBLAJE DE BUSES.

Nº TEMA : 1369

FECHA : San Miguel, 27 de febrero de 2017

JUSTIFICACIÓN:

En la actualidad, la mayoría de empresas priorizan el trato y ambiente que brindan a su personal, ya que es uno de los principales recursos de toda empresa para su mantenimiento y desarrollo. Por esta razón, las empresas buscan el bienestar y confort de sus trabajadores para reducir riesgos en los puestos de trabajo, tal como se confirma en el caso de IMF Business School¹, donde explican que el 55% de las personas que laboran en oficinas presentan problemas de postura, de los cuales un 7% ha causado baja por este motivo. Para solucionar esto se implementan planes que traen beneficios para los empleados al trabajar en mejores condiciones y para la empresa, los cuales se basan en una disciplina científico-técnica conocida como la **Ergonomía**.

La ergonomía es una ciencia, donde se busca adaptar el trabajo y el sistema de cada empresa al trabajador diseñando e implementando herramientas, máquinas y métodos de desempeño con la finalidad de convertir el entorno a uno más adecuado al trabajador según sus características, limitaciones y necesidades para optimizar su eficiencia, seguridad y confort. Su simple aplicación conlleva a varios beneficios para distintas empresas, por lo que se recomienda su implementación.

¹ La ergonomía y su influencia en la calidad del trabajo, IMF Business School
<http://www.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/actualidad-laboral/la-ergonomia-y-su-influencia-en-la-calidad-del-trabajo/>

Por ejemplo, en México en el año 2002, un negocio de Carpetas² tuvo mejoras significativas en su proceso de manufactura por aplicar este estudio, ya que los indicadores de productividad se incrementaron en 10% por recurso humano y se redujo en un 30% los problemas de calidad, al igual que disminuyeron en un 37.5% los casos con sintomatología por fatiga en el personal.

Por otro lado, se debe mencionar que esta ciencia se aplica de manera distinta dependiendo del tipo de empresa; por ejemplo, empresas manufactureras o de servicio. Al centrarnos en las manufactureras existe el caso de las metalmecánicas, las cuales poseen riesgos altos en sus puestos de trabajo y un alto índice de accidentes. Por esta razón, existen diversos estudios y métodos aplicables a este sector, los cuales ayudan para la evaluación y reducción de los riesgos existentes.

El presente tema propuesto abarca una empresa de estudio perteneciente al rubro mencionado, pero enfocado en el ensamblaje de buses para transporte a nivel nacional. La empresa posee variados puestos de trabajo para realizar sus operaciones, las cuales conllevan a riesgos ergonómicos. Entre ellos se encuentra el ruido ocasionado por el uso de la maquinaria, el sobreesfuerzo debido al continuo levantamiento de carga de acero pesado que supera lo soportable por el operario o la mala postura al desplazar los materiales.

Debido a estos riesgos ergonómicos, los trabajadores de la empresa pueden sufrir lesiones o enfermedades profesionales desde leves a graves. El ruido existente en la empresa puede causar sordera al largo plazo, mientras que el sobreesfuerzo y la mala postura conlleva a lumbalgia y otros daños físicos, los cuales resultan en descanso médico o al operario dejar de realizar sus actividades.

Estas consecuencias conllevan a menor eficiencia, menor productividad y mayores pérdidas, por lo que se deben evaluar todos los aspectos ergonómicos presentes. De esta forma se previene el daño a los trabajadores, lo que beneficia la salud de los mismos operarios, la rentabilidad de la empresa y su imagen.

OBJETIVO GENERAL:

Evaluar la presencia de riesgos disergonómicos en los puestos de trabajo en el proceso de ensamblaje de buses y proponer mejoras rentables en las actividades críticas utilizando herramientas de ergonomías.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Definir los términos y conceptos relacionados a la Ergonomía cumpliendo con la normativa legal.

² Nuevas Estrategias en procesos de Trabajo & Ergonomía aplicada binomio proactivo que beneficia a las productividad empresarial, Sociedad de Ergonomistas de México, A.C.
<http://www.semac.org.mx/archivos/6-36.pdf>

- Determinar métodos a utilizar para el desarrollo de la tesis al igual que la metodología para el análisis de las operaciones, la identificación de las actividades críticas y la evaluación ergonómica.
- Presentar el caso de estudio mediante información sobre la empresa, sus características y proceso productivo.
- Mostrar casos similares al tema de estudio para considerar sus metodologías y comprobar factibilidad.
- Definir y presentar las actividades por área de producción pertenecientes al ensamblaje de buses estudiado.
- Identificar los puestos de trabajo críticos a través de los riesgos ergonómicos más altos.
- Aplicar herramientas ergonómicas para evaluar las actividades críticas encontradas.
- Proponer mejoras en base a la ergonomía en cada puesto evaluado.
- Elaborar el plan de implementación para las mejoras planteadas.
- Calcular costos y ahorros por implementar las propuestas de mejora desarrolladas.
- Elaborar los indicadores de rentabilidad y evaluar la factibilidad de las propuestas.
- Presentar conclusiones sobre los resultados hallados y recomendaciones relevantes al estudio.

PUNTOS A TRATAR:

a. Marco Referencial.

En este punto se divide en 3 subcapítulos: Teórico, Metodológico y Normativo. En éstos se definirán los conceptos básicos de la ergonomía, el procedimiento elaborado al igual que las metodologías y herramientas necesarias, y la normativa legal para las buenas prácticas.

b. Caso de estudio y casos similares.

Se detallará una descripción de las características más relevantes de la empresa en estudio, el producto a analizar y el proceso productivo a estudiar. Por otro lado, se mencionarán casos similares de estudios ergonómicos realizados para considerar las metodologías aplicadas y las mejoras implementadas.

c. Prediagnóstico y evaluación de actividades críticas.

Se realizará un diagnóstico de los riesgos disergonómicos en las operaciones en cada puesto de trabajo para identificar las actividades críticas a corregir y se evaluarán con las metodologías planteadas para poder desarrollar las propuestas de mejora apropiadas.

d. Desarrollo de las propuestas de mejora y plan de implantación.

Se elaborarán las mejoras ergonómicas correspondientes y evaluar con las mismas metodologías en cuánto disminuyeron los riesgos disergonómicos encontrados. Además, se presentará el tiempo que tomará el proyecto y el proceso por partes en un plan de implantación.

e. Evaluación técnica y económica.

Con las propuestas e información adquirida por la empresa, se analizará la factibilidad del proyecto con un breve estudio económico calculando los ahorros y costos incurridos al igual que los indicadores para comprobar que se recupera la inversión.

f. Conclusiones y recomendaciones.

ASESOR



ÍNDICE GENERAL

Contenido

Índice de Tablas.....	vii
Índice de Figuras.....	viii
Índice de Anexos.....	ix
Introducción.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO REFERENCIAL	3
1.1 Marco Teórico	3
1.1.1 Definición de la Ergonomía.....	3
1.1.2 Factores humanos	4
1.1.3 Anatomía	5
1.1.4 Antropometría	6
1.1.5 Biomecánica	7
1.1.6 Ergonomía Ambiental	8
1.1.7 Metodologías para la evaluación de puestos de trabajo	8
1.2 MARCO METODOLÓGICO	12
1.2.1 Metodología para desarrollar la tesis.....	12
1.2.2 Metodología para el prediagnóstico y selección de actividades críticas	13
1.2.3 Metodologías de evaluación ergonómica	14
1.3 MARCO NORMATIVO	20
1.3.1 Normativa de Ergonomía	20
1.3.2 Normativa de Seguridad	21
CAPÍTULO 2. CASO DE ESTUDIO Y CASOS SIMILARES.....	23
2.1 CASO DE ESTUDIO	23
2.1.1 Sector y actividades económicas.....	23
2.1.2 Principios de la empresa	24
2.1.3 Condiciones laborales	25
2.1.4 Estructura General.....	25
2.1.5 Maquinaria y herramientas	26
2.1.6 Áreas funcionales	26
2.1.7 Descripción del producto	28
2.1.8 Componentes del producto.....	29
2.1.9 Proceso productivo	31
2.2 Casos de estudios similares.....	32
2.2.1 Caso N° 1	32
2.2.2 Caso N° 2	33
2.2.3 Caso N° 3	34
CAPÍTULO 3. PREDIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES CRÍTICAS	36
3.1 Análisis de la Situación Actual	36
3.2 Selección del producto del estudio.....	36

3.3	Selección de los puestos de trabajo y actividades relevantes.....	37
3.4	Detalle de los riesgos disergonómicos a evaluar	40
3.5	Identificación de las actividades críticas.....	43
3.6	Selección de las herramientas ergonómicas.....	44
3.7	Evaluación de las actividades críticas	45
3.7.1	Puesto de Corte.....	45
CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA Y PLAN DE IMPLANTACIÓN		61
4.1	Mejoras en el puesto de Corte	61
4.1.1	Identificación de los puntos a controlar en el puesto de Corte	61
4.1.2	Propuestas de mejora específicas para el puesto de Corte	63
4.2	Mejoras en los puestos de Ensamble	65
4.2.1	Identificación de los puntos a controlar en los puestos de Ensamble.....	65
4.2.2	Propuestas de mejora específicas para los puestos de Ensamble.....	66
4.3	Mejoras en los puestos de Pintado	69
4.3.1	Identificación de los puntos a controlar en los puestos de Pintado	69
4.3.2	Propuestas de mejora específicas para los puestos de Pintado.....	70
4.4	Mejoras en los puestos de Acabado y Acondicionado	70
4.4.1	Identificación de los puntos a controlar en los puestos de Acabado y Acondicionado.....	71
4.4.2	Propuestas de mejora específicas para los puestos de Acabado y Acondicionado.....	72
4.5	Otras propuestas generales de mejora	73
4.6	Evaluación de las mejoras propuestas en los puestos.....	75
4.7	Plan de implantación.....	76
CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA		78
5.1	Costos incurridos por la inversión propuesta	78
5.1.1	Costos incurridos por la inversión en mejoras propuestas	78
5.1.2	Costos incurridos por realización del estudio	78
5.2	Cálculo de ahorros por prevención de enfermedades músculo-esqueléticas ...	80
5.3	Cálculo de los indicadores de rentabilidad	81
5.3.1	Cálculo del Costo de oportunidad.....	81
5.3.2	Flujo de caja	82
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		84
6.1	Conclusiones.....	84
6.2	Recomendaciones	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		86

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Similitud entre componentes del hombre y partes de las máquinas.....	7
Tabla 1.2 Cuadro Resumen Metodologías.....	11
Tabla 1.3 Metodología según Riesgo Disergonómico.....	14
Tabla 1.4 Valoración del Índice Check List OCRA.....	16
Tabla 1.5 Niveles de actuación según Puntuación Final del método REBA.....	17
Tabla 1.6 Niveles de Actuación para NIOSH.....	18
Tabla 1.7 Valoración método FANGER.....	19
Tabla 2.1 Componentes del Producto.....	29
Tabla 3.1 Actividades definidas por Proceso.....	38
Tabla 3.2 Resultado del análisis mediante matriz FINE.....	43
Tabla 3.3 Puestos críticos y métodos de evaluación a utilizar.....	44
Tabla 3.4 Factor de Recuperación de la Actividad 1.....	54
Tabla 3.5 Acciones técnicas dinámicas en la Actividad 1.....	55
Tabla 3.6 Intensidad del esfuerzo de la Actividad 1.....	55
Tabla 3.7 Duración de la Fuerza en la Actividad 1.....	56
Tabla 3.8 Postura de los Hombros en la Actividad 1.....	56
Tabla 3.9 Postura de los Codos en la Actividad 1.....	57
Tabla 3.10 Postura de las Muñecas en la Actividad 1.....	57
Tabla 3.11 Tipos de Agarre en la Actividad 1.....	57
Tabla 3.12 Factor de Postura para el Agarre en la Actividad 1.....	57
Tabla 3.13 Movimientos estereotipados en la Actividad 1.....	58
Tabla 3.14 Factores Adicionales en la Actividad 1.....	58
Tabla 3.15 Duración Real de movimiento en la Actividad 1.....	59
Tabla 3.16 Resumen de los Factores Multiplicadores de la Actividad 1.....	59
Tabla 3.17 Resultados OCRA de la Actividad 1.....	60
Tabla 3.18 Resumen de Resultados de los Métodos aplicados.....	60
Tabla 4.1 Evaluación ergonómica de las mejoras propuestas con metodologías.....	76
Tabla 4.2 Plan de implantación de Mejoras propuestas.....	77
Tabla 5.1 Costos incurridos por inversión en mejoras.....	79
Tabla 5.2 Costos incurridos por Inversión en Estudio y Capacitaciones.....	79
Tabla 5.3 Cálculo del Costo Total por Ausentismo.....	80
Tabla 5.4 Ahorro por Ausentismo anual.....	81
Tabla 5.5 Flujo de Caja para 5 años.....	83

Índice de Figuras

Figura 1.1 Consideraciones ergonómicas para el equipo	4
Figura 1.2 Planos Cortantes de Referencia	5
Figura 1.3 Dimensiones del cuerpo humano	6
Figura 1.4 Analogía miembro-palanca	7
Figura 1.5 Fase 1 de la Metodología de Tesis	12
Figura 1.6 Fase 2 de la Metodología de Tesis	12
Figura 1.7 Esquema de calificación para el método REBA Fuente: Ergonautas (2015)	17
Figura 2.1 Ventas Anuales en Nuevos Soles	24
Figura 2.2 Ventas Anuales en Unidades	24
Figura 2.3 Bus tipo Centauro	28
Figura 2.4 Diagrama de bloques del Proceso productivo	32
Figura 3.1 Porcentaje de modelo ómnibus producido 2014	37
Figura 3.2 Porcentajes de Riesgo en Área de Corte	40
Figura 3.3 Porcentajes de Riesgo en Área de Doblado	40
Figura 3.4 Porcentajes de Riesgo en Área de Soldadura	41
Figura 3.5 Porcentajes de Riesgo en Área de Ensamble	41
Figura 3.6 Porcentajes de Riesgo en Área de Pintado	41
Figura 3.7 Porcentajes de Riesgo en Área de Acabado y Acondicionado	42
Figura 3.8 Riesgos Disergonómicos en Producción	42
Figura 3.9 Actividad 1: Cargar láminas de acero Fuente: La Empresa	45
Figura 3.10 Medidas de la Actividad 1	46
Figura 3.11 Distancia Vertical y Horizontal de la Actividad 1	46
Figura 3.12 Datos particulares de la Actividad 1	47
Figura 3.13 Condiciones de levantamiento para la Actividad 1	47
Figura 3.14 Resultado de los factores multiplicadores para la Actividad 1	48
Figura 3.15 Resultado ecuación NIOSH para la Actividad 1	48
Figura 3.16 Evaluación de la Posición del Cuello en la Actividad 1	49
Figura 3.17 Evaluación de la Posición del Tronco en la Actividad 1	49
Figura 3.18 Evaluación de la Posición de las piernas en la Actividad 1	50
Figura 3.19 Evaluación de la Posición del Brazo en la Actividad 1	50
Figura 3.20 Evaluación de la Posición del Antebrazo en la Actividad 1	51
Figura 3.21 Evaluación de la Posición de la Muñeca en la Actividad 1	51
Figura 3.22 Evaluación de la Actividad muscular y fuerzas de la Actividad 1	52
Figura 3.23 Evaluación del Agarre de la Carga de la Actividad 1	52
Figura 3.24 Resumen método REBA de la Actividad 1	53
Figura 3.25 Resultado método REBA de la Actividad 1	53
Figura 4.1 Comparación de la Actividad 1 según método REBA	62
Figura 4.2 Depósito de láminas de acero	63
Figura 4.3 Bases rodantes para palets	64
Figura 4.4 Guantes anti-corte	64
Figura 4.5 Comparación de la Actividad 20 según método REBA	65
Figura 4.6 Comparación de la Actividad 23 según método REBA	66
Figura 4.7 Carro de plataforma con tirador	67
Figura 4.8 Faja de protección lumbar	67
Figura 4.9 Levantamiento correcto con Faja de protección Fuente: MediShop	68
Figura 4.10 Postura Actual vs Postura Propuesta	68
Figura 4.11 Guante de soldadura	69
Figura 4.12 Comparación de la Actividad 28 según método REBA	70
Figura 4.13 Comparación de la Actividad 34 según método REBA	71
Figura 4.14 Remolque ligero de mano	72
Figura 4.15 Ventosa Triple Aluminio	73
Figura 4.16 Situación Propuesta para Manipulación de Vidrios	73
Figura 4.17 Ejercicios de Relajación muscular	74
Figura 4.18 Aviso de Prevención de Lesiones de espalda	75

Índice de Anexos

Anexo 1: Metodologías para evaluación

Anexo 2: Calificación para los factores de la metodología OCRA

Anexo 3: Normativa de Ergonomía

Anexo 4: Normativa de Seguridad

Anexo 5: Método W.T.FINE para matriz de riesgos

Anexo 6: Video Planta de Ensamblaje de Buses

Anexo 7: Organigrama de la Empresa

Anexo 8: Evaluaciones de las actividades críticas según las respectivas metodologías

Anexo 9: Tablas de Evaluación REBA por actividades

Anexo 10: Partes del cuerpo más dañadas por sector según INSHT

Anexo 11: Avisos informativos ergonómicos

Introducción

Desde hace muchos años siempre ha existido el problema que muchas empresas buscan lograr mayor eficiencia y beneficios monetarios mediante realizar sus actividades productivas sin considerar el daño que estas operaciones puedan causar a los operarios, quienes son en realidad el recurso más importante en cualquier industria. En el Perú, se observa con frecuencia esta falta de consideración hacia los trabajadores y a largo plazo ocasiona costos para la empresa al tener operarios inactivos o tener que reemplazarlos debido a lesiones y enfermedades ocupacionales.

Cabe destacar que a través de los años, se han desarrollado métodos, disciplinas y procedimientos para adecuar y mejorar el entorno de trabajo de los operarios. Una de las disciplinas principales que se dedica al estudio de la interacción entre el operario y su entorno de trabajo es la ergonomía, la cual se encarga del análisis del hombre, su entorno laboral y los equipos que utiliza.

Se presenta el siguiente estudio con el fin de identificar los peligros ergonómicos y riesgos de daño a la salud en los puestos de trabajo debido a la manipulación de materiales y herramientas, realizar movimientos repetitivos, sobreesfuerzos y malas posturas durante el proceso de ensamblaje de ómnibus de la empresa del proyecto, la cual lleva 13 años dedicado a esta producción, logra estar activo en el mercado con altos beneficios y posee buena relación con sus clientes; sin embargo, se observan problemas respecto a las condiciones de trabajo y cómo realizan las actividades los operarios. Por esta razón, se ha recopilado información de la empresa, adquirido datos relevantes y ha conversado con expertos en las áreas para lograr un mejor estudio y determinar las propuestas de mejora correctas para reducir y prevenir los riesgos ergonómicos mejorando la salud de los operarios y su eficiencia en el trabajo.

En el Capítulo 1, titulado como marco referencial, se inicia la primera parte de la tesis describiendo el marco teórico, marco metodológico y marco normativo, donde se explican los conceptos principales relevantes al tema de ergonomía, el procedimiento a realizar junto a las metodologías y herramientas necesarias que se utilizarán en el presente estudio y la normativa legal que se debe cumplir en el trabajo para realizar buenas prácticas. Además, se definen las técnicas para la recolección de datos y el análisis de información para determinar los puestos de trabajos críticos. En el Capítulo 2, se describe las características más relevantes de la empresa en estudio

como sus principios, condiciones laborales, estructura general, maquinaria, herramientas y áreas funcionales, se detalla el producto de la empresa a analizar junto a sus componentes y un resumen detallado del proceso productivo a evaluar. Por otro lado, se mencionan casos similares de estudios realizados, los cuales se tomaron en consideración las metodologías utilizadas como apoyo para realizar este proyecto.

En el Capítulo 3, se comienza la segunda parte de la tesis con el diagnóstico y análisis de los puestos de trabajo según criterios ergonómicos. Además, se identificarán los riesgos disergonómicos a evaluar y las actividades críticas para realizar el diagnóstico según las metodologías de evaluación ergonómicas correspondientes. En el Capítulo 4, se proponen mejoras ergonómicas según los resultados del capítulo anterior para mejorar la situación actual de las actividades críticas y reducir los riesgos disergonómicos identificados. De esta forma, se evaluarán las propuestas para verificar si logran mejorar los puestos seleccionados y se realizará el plan de implantación respectivo, el cual presenta el tiempo que toma realizar las propuestas y el orden para aplicar cada punto.

En el Capítulo 5, una vez obtenido los resultados de los beneficios ergonómicos en la implementación de las mejoras, se analizará la viabilidad del proyecto para determinar si es rentable para la empresa aplicar el proyecto mediante el cálculo de los ahorros y costos incurridos, determinar indicadores apropiados y comparar los resultados con un enfoque económico.

Por último, en el Capítulo 6, se enuncian las conclusiones y recomendaciones respecto a las mejoras propuestas en el estudio para analizar el impacto que logra en la empresa y casos similares en el país.

CAPÍTULO 1. MARCO REFERENCIAL

El primer capítulo de este estudio se divide en 3 subcapítulos: Marco Teórico, Marco Metodológico y Marco Normativo. Se definirán conceptos importantes básicos para el estudio, descripción de la metodología a utilizar con procedimientos ordenados y uso de herramientas apropiadas, y describe en resumen las normativas a cumplir respecto al estudio.

1.1 Marco Teórico

Para realizar el presente estudio se debe comenzar conociendo los conceptos más importantes del tema a tratar, por lo que se deben definir qué es la ergonomía al igual que otros puntos relevantes. Además, plantear los métodos a utilizar para las evaluaciones posteriores. A continuación, se desarrollarán estos temas con detalle.

1.1.1 Definición de la Ergonomía

La ergonomía proviene de dos vocablos griegos separados “ergo”, lo cual significa trabajo, y “nomos”, lo cual hace referencia a las leyes; por lo que se entiende que la ergonomía comprende principalmente leyes que rigen el trabajo. Según la Real Academia Española, se puede definir como “Estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina” (RAE, 2015).

Profundizando, la ergonomía es una ciencia, donde se busca adaptar el trabajo y el sistema de cada empresa al trabajador diseñando e implementando herramientas, máquinas y métodos de desempeño con la finalidad de convertir el entorno a uno más adecuado al trabajador según sus características, limitaciones y necesidades para optimizar su eficiencia, seguridad y confort. Se enfoca en crear una armonía entre los trabajadores y la tecnología utilizada, mediante la ejecución de los equipos y las operaciones considerando las capacidades y características humanas.

Cabe resaltar la importancia en la relación del hombre con la máquina y como el entorno afecta su calidad de trabajo. La ergonomía y sus leyes mecánicas y biológicas son relevantes y sus usos se reflejan en el rendimiento total de la empresa. Otras definiciones son las siguientes:

“La ergonomía es la disciplina científica que trata el entendimiento de las interacciones entre seres humanos y otros elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar a fin de optimizar el bienestar del hombre y el desempeño del sistema global” (International Ergonomics Association, 2015).

“La ergonomía es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar” (Asociación Española de Ergonomía, 2015)

La ergonomía es una ciencia muy amplia que abarca muchos conceptos como la anatomía, psicología e ingeniería. Se estudian a profundidad los factores humanos y todo tipo de condiciones que puedan afectar a las personas en su rendimiento laboral para luego adecuar, por medio del uso de la ingeniería, el puesto de trabajo o la máquina al trabajador. En la Figura 1.1, se visualiza consideraciones ergonómicas a considerar para el equipo.

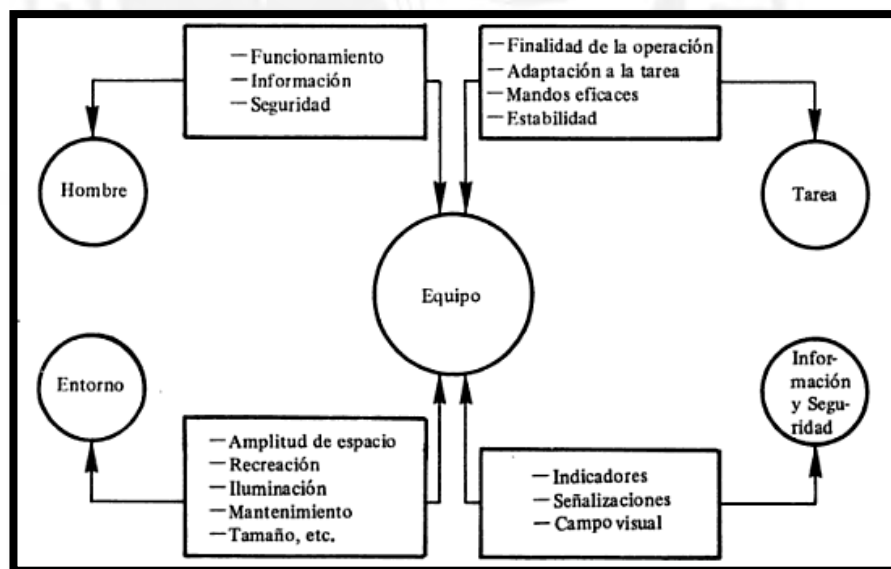


Figura 1.1 Consideraciones ergonómicas para el equipo

Fuente: Ramírez (pág. 83, 2005)

1.1.2 Factores humanos

Se estudian el conjunto de características comunes en los miembros del grupo escogido para así determinar el nuevo diseño del trabajo. En el estudio ergonómico se optan los factores prioritarios para evaluar los problemas, los cuales se dividen

en: fisiológicos, psicológicos y sociológicos. Estas tres características siempre se observan presentes en todo estudio ergonómico y se consideran para mejorar el entorno de trabajo adaptándolo a los trabajadores.

Los fisiológicos se consideran a todos los factores biológicos que afectan al hombre como ser dinámico y cambiante en sus funciones vitales, con un proceso de desarrollo y cualidades orgánicas. A partir de éstos se analizan las capacidades y conducta del ser humano, ya que las condiciones de funcionamiento de los órganos influyen en la capacidad física e intelectual del hombre. Por otro lado, a través de la ergonomía se evalúan estos factores mediante el estudio de la anatomía, antropometría y la biomecánica.

1.1.3 Anatomía

La anatomía se encarga del estudio de la estructura descriptiva de los órganos y partes del cuerpo: esqueleto, articulaciones, músculos, vasos y nervios, lo cual ayuda a entender el cuerpo humano como un sistema completo, debido a que se necesita que todas las partes se encuentren en buen estado para el correcto funcionamiento del sistema. El estudio ergonómico utiliza la anatomía descriptiva que reúne elementos anatómicos y funcionales para su análisis abarcando los huesos, nervios, músculos, órganos, etc. Se estudian todos los aparatos del cuerpo y se informa de las conexiones e inserciones con otros órganos proyectando a través de planos cortantes.

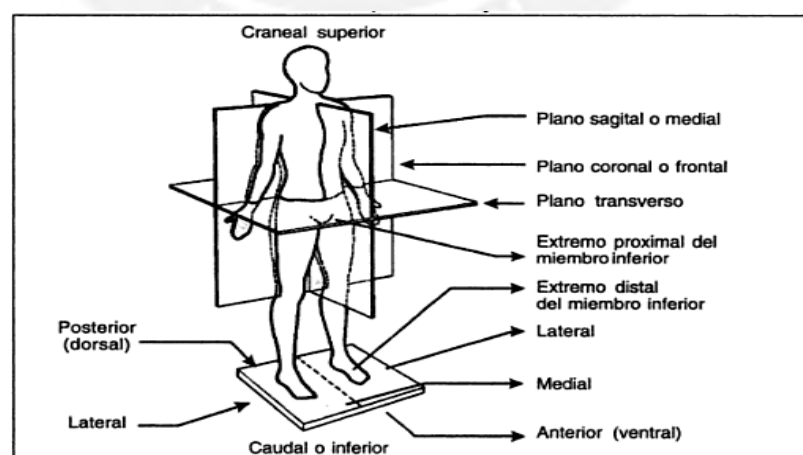


Figura 1.2 Planos Cortantes de Referencia

Fuente: Cruz (pág. 39, 2001)

En la Figura 1.2 se muestran planos cortantes de referencia relevantes y los planos cortantes que se consideran en la anatomía son los siguientes:

- Mediano sagital, vertical anteroposterior que divide al cuerpo en dos partes iguales.
- Frontal, vertical pero perpendicular al sagital.
- Sagitales, paralelos al mediano sagital.
- Transversales u horizontales son perpendiculares al eje vertical del cuerpo.
- Los oblicuos guardan un ángulo diferente a 90° con respecto al eje longitudinal del cuerpo o miembro, son los menos utilizados y más artificiales.

Para cada corte se presentan dos caras: superior o inferior, derecha o izquierda y anterior o posterior.

1.1.4 Antropometría

La antropometría dimensiona las partes anatómicas analizadas. Esta disciplina utilizada en la ergonomía se basa en el estudio de las dimensiones físicas y proporciones del cuerpo humano para implementar los datos en el entorno laboral, por lo que se presenta la Figura 1.3 como referencia de las dimensiones del cuerpo humano. Para esto se utiliza la estadística por medio de los valores promedio del hombre, ya que se dificulta diseñar puestos de trabajo para grupos o poblaciones numerosas.

Es importante resaltar las principales variables en un estudio ergonómico: sexo, edad, ocupación, localización geográfica, status y aspectos culturales, ya que estos factores se consideran que influyen física y psicológicamente en las personas.

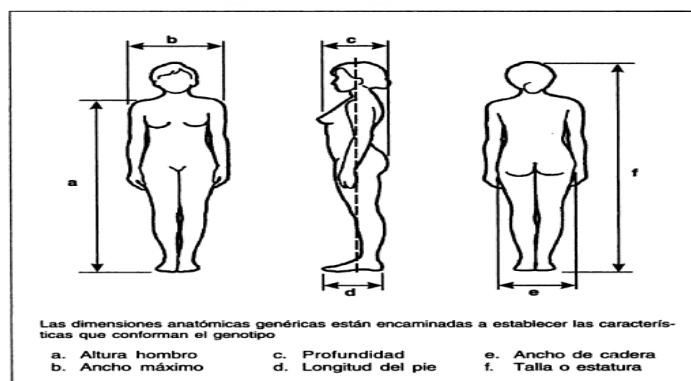


Figura 1.3 Dimensiones del cuerpo humano

Fuente: Cruz (pág. 42, 2001)

1.1.5 Biomecánica

La Biomecánica se conoce como la ciencia que estudia la mecánica y los alcances de los movimientos humanos respecto a las disciplinas como la antropología, anatomía e ingeniería al igual que las fuerzas que actúan sobre el trabajador, las cuales se analiza cómo fueron generadas y sus efectos sobre el cuerpo humano.

Según Asencio-Cuesta (2012), la biomecánica se encarga de evaluar el esfuerzo ocasionado en una determinada postura estableciendo una analogía entre el cuerpo humano y una máquina compuesta de palancas y poleas. De esta manera, se puede considerar una articulación como punto de apoyo de una palanca (un hueso largo del cuerpo) accionado por un músculo, es decir, le brinda potencia y así supera una resistencia (el peso propio de los miembros y la carga sostenida). A través de este método, se pueden aplicar las leyes físicas para identificar sobrecargas articulares durante un trabajo. La analogía de un miembro como palanca se muestra en la Figura 1.4, mientras que en la Tabla 1.1 se definen las similitudes entre componentes del hombre y las partes de una máquina.

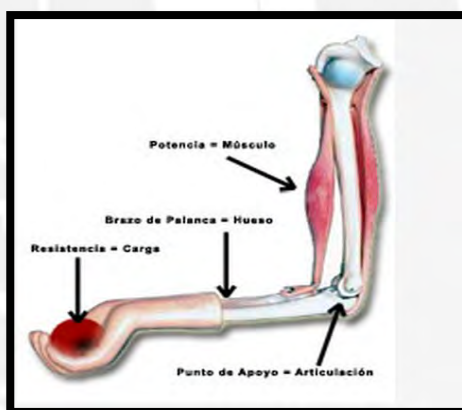


Figura 1.4 Analogía miembro-palanca

Fuente: Ergonautas (2015)

Tabla 1.1 Similitud entre componentes del hombre y partes de las máquinas

Componente del Hombre	Parte de la Máquina
Músculos	Motores, bombas
Articulaciones	Rótulas, puntos de giro
Huesos	Palancas, ejes
Tendones	Cuerdas, cables
Tejidos	Lubricantes
Nervios	Mecanismos de control

Elaboración Propia

Fuente: González (2008)

1.1.6 Ergonomía Ambiental

Dentro del análisis del cuerpo humano y su anatomía, se estudia también las condiciones ambientales y sus efectos, ya que el entorno de trabajo influye en el comportamiento y desempeño del trabajador. En este enfoque se abarca la tecnología, procedimientos de trabajo y clima laboral que afectan al recurso humano.

En el estudio ergonómico se debe analizar en detalle el ambiente de trabajo, debido a que es uno de los factores principales para el rendimiento de los trabajadores. Es importante no causar que el operario se sobre-esfuerce o llegue a fatigarse al llegar a su límite ni que las condiciones ambientales afecten su trabajo.

La falta de orden e higiene pueden llegar a dañar negativamente el ambiente de trabajo, lo cual reducirá la efectividad en las actividades. Según González (2008), estos son factores relevantes que afectan el sistema:

- **Temperatura.-** Las temperaturas en niveles muy bajos o altos perjudican el desempeño en las áreas, por ejemplo, un calor muy elevado causa fatiga, lo cual perjudica el rendimiento de los trabajadores o aumenta los tiempos de descanso.
- **Iluminación.-** El nivel de iluminación en los puestos de trabajo puede causar estrés visual y hasta daño físico (irritación de ojos y dolores de cabeza). Se deben cuidar los contrastes y brillos de cada área para prevenir poca iluminación o deslumbramientos.
- **Ruido.-** Los sonidos muy altos constantes con decibeles mayores a lo permisible causan daños a los trabajadores como pérdida temporal de la audición y fatiga. Se deben prevenir o controlar para que el entorno laboral no baje su rendimiento.

1.1.7 Metodologías para la evaluación de puestos de trabajo

En este punto se presentarán las principales y más recomendadas metodologías para la evaluación de puestos de trabajo consideradas según Asencio-Cuesta (2012) respecto a su campo de utilización:

LCE: El método LCE consiste en una lista de comprobación de riesgos ergonómicos cuyo propósito es ofrecer soluciones prácticas y de bajo coste a los problemas

ergonómicos en especial para pequeñas y medianas empresas logrando mejoras sencillas de seguridad y salud en las condiciones de trabajo. Esto se realiza mediante un análisis sistematizado y una búsqueda de soluciones prácticas a los problemas de la empresa. La lista integra todos los principales factores ergonómicos de los lugares de trabajo y así se supervisan de manera organizada.

LEST: El método LEST, desarrollado por miembros del “Laboratoire d’Economie et Sociologie du Travail”, evalúa las condiciones de trabajo de forma más objetiva y global. Se analizan los factores relativos al contenido del trabajo que pueden tener repercusión en la salud de los trabajadores respetando principios de la Seguridad e Higiene en el Trabajo. Los resultados obtenidos del método los considera el evaluador para determinar qué método específico utilizar para un análisis más profundo.

RULA: El método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) fue elaborado para evaluar la exposición de los operarios a factores de riesgo que ocasionan trastornos músculo-esqueléticos debido a posturas adoptadas, repetividad de movimientos y sobreesfuerzos en los miembros superiores del cuerpo. La aplicación del método empieza con la observación de las actividades del trabajador durante su ciclo de trabajo y se puede realizar el análisis mediante fotografías del trabajador adoptando la postura y medir los ángulos.

REBA: El método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) realiza el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, el tronco, el cuello y las piernas. Considera determinantes para la valoración final de la postura como la carga, el tipo de agarre o la actividad muscular desarrollada y evalúa tanto posturas estáticas como dinámicas. Por otro lado, señala la existencia de cambios brusco de postura o posturas inestables. En resumen, REBA es una herramienta de análisis postural sobre las tareas que conllevan cambios inesperados de postura como consecuencia de la manipulación de cargas inestables o impredecibles y así alerta las condiciones de trabajo inadecuadas.

OWAS: El método OWAS (*Ovako Working Analysis System*) es una herramienta sencilla de utilizar para el análisis ergonómico de la carga postural, ya que logra buenos resultados al mejorar la comodidad de los puestos y aumentando la calidad de la producción. Estos resultados se basan en la observación de las posturas adoptadas por el trabajador al desarrollar sus actividades y así se identifican hasta 252 posiciones diferentes considerando todas las posibles combinaciones de la

posición de la espalda (4 posiciones), brazos (3 posiciones), piernas (7 posiciones) y carga levantada (3 intervalos). La evaluación se puede realizar mediante fotografías o visualización de videos de la actividad y así codificar las posturas recopiladas según establecido por la metodología.

NIOSH: La ecuación NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) evalúa las tareas en las cuales se levantan cargas considerando el peso máximo recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) para evitar la aparición de lumbalgias y problemas de espalda en los operarios. El método utiliza una valoración de la posibilidad de que aparezcan dichos trastornos según el peso levantado y el tipo de levantamiento. Se basa principalmente en tres criterios empleados: biomecánico, fisiológico y psicofísico. De esta forma, se determina la capacidad máxima de levantamiento y la resistencia de los trabajadores. Los resultados sirven al evaluador para determinar las mejoras a introducir en los puestos de trabajo y así corregir las condiciones del levantamiento.

GINSH: El método GINSHT, desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo español (INSHT) y considera las indicaciones recogidas del Comité Europeo de Normalización y la Organización Internacional para la Estandarización, se utiliza para determinar el grado de exposición del trabajador al realizar levantamiento o transporte de una carga e indica si el riesgo de la actividad cumple con los límites permisibles de seguridad y salud establecidos. El método indica al evaluador si el puesto evaluado posee alto riesgo para el trabajador o es un ambiente de trabajo seguro, a partir de la comparación del peso real de la carga con el peso máximo recomendado calculado (Peso Aceptable). De esta forma, se logra proponer recomendaciones o correcciones de mejora para las condiciones de levantamiento hasta reducir a los límites de riesgo aceptables.

JSI: El método JSI (Job Strain Index) se basa en evaluar la exposición de los trabajadores a desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores (mano, muñeca, antebrazo y codo) debido a movimientos repetitivos. El método consiste en la medición de seis variables, de las cuales se obtienen seis factores multiplicadores. Las variables a medir por el evaluador son las siguientes: la intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclo de trabajo, el número de esfuerzos en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca respecto a la posición neutra, la velocidad en realizar la tarea y la duración de la actividad por jornada de trabajo. Así permite evaluar el esfuerzo físico sobre los músculos y

tendones para determinar el riesgo en los puestos de trabajo utilizando principios fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos.

CHECK LIST OCRA: El método Check List OCRA, conocido como el Modelo para la evaluación rápida de la exposición al riesgo, es la simplificación del método OCRA (Occupational Repetitive Actions), la cual permite obtener resultados de valoración del riesgo por movimientos repetitivos de los miembros superiores. Se tiene como objetivo avisar al evaluador sobre posibles trastornos debido a actividades repetitivas priorizando a los del tipo músculo-esquelético, los cuales son una de las principales causas de enfermedades profesionales. Se realiza un análisis para calcular un valor numérico denominado Índice Check List OCRA y así clasificar el riesgo como Óptimo, Aceptable, Muy Ligero, Ligero, Medio o Alto. A partir de los resultados, el método sugiere una serie de acciones básicas tales como un nuevo análisis, mejora del puesto, la necesidad de supervisión médica y entrenamiento para el trabajador que ocupa el puesto.

FANGER: El método FANGER es uno de los métodos más utilizados para la estimación del confort térmico, ya que aporta información clara y concisa al evaluador sobre el ambiente térmico mediante el cálculo de los índices denominados Voto Medio Estimado y Porcentaje de Personas Insatisfecha partiendo de la información basada en la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa.

Mayor detalle sobre las metodologías ergonómicas para los puestos de trabajo se encuentra en el Anexo 1 adjunto a esta tesis. A continuación, se presenta la Tabla 1.2 con un resumen de las metodologías definidas con su respectivo campo de utilización.

Tabla 1.2 Cuadro Resumen Metodologías

Campo de Utilización	Metodología
Evaluación Global	LCE
	LEST
Carga Postural	RULA
	REBA
	OWAS
Manipulación de Cargas	NIOSH
	GINSHT
Repetividad de Movimiento	JSI
	CHECK LIST OCRA
Ambiente Térmico	FANGER

Elaboración Propia

1.2 MARCO METODOLÓGICO

A continuación se describirán las metodologías aplicadas para el desarrollo de esta tesis, el análisis de las actividades para identificar las críticas y la evaluación ergonómica del caso de estudio.

1.2.1 Metodología para desarrollar la tesis

Con la finalidad de desarrollar este estudio se presenta una metodología de tesis ordenada de forma coherente y que facilite la comprensión del estudio, en la cual se divide en 2 fases. La primera fase es el prediagnóstico de la situación actual en los puestos de trabajo e identificar las actividades críticas. Mientras que en la segunda fase se realiza la evaluación ergonómica con las herramientas establecidas y se elaboran y evalúan las propuestas de mejora.

Se presenta en la Figura 1.5 y la Figura 1.6 la metodología para desarrollar la tesis en detalle.

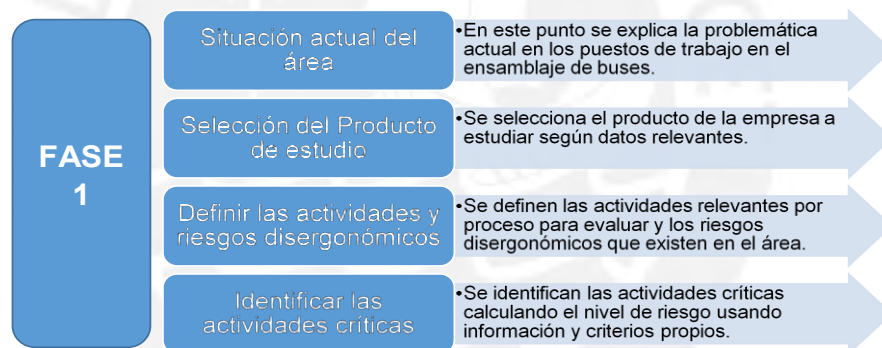


Figura 1.5 Fase 1 de la Metodología de Tesis

Elaboración Propia



Figura 1.6 Fase 2 de la Metodología de Tesis

Elaboración Propia

1.2.2 Metodología para el prediagnóstico y selección de actividades críticas

Para realizar en un inicio el prediagnóstico en este estudio, se deberá conocer la situación actual de la empresa y obtener información relevante respecto al área de producción, los operarios y los productos. Por lo que se solicita información y consulta al jefe de planta y los trabajadores que laboran en los puestos de trabajo sobre sus actividades, formas de realizar sus operaciones y antecedentes de daños a la salud del personal. Además, se pedirá a la empresa que proporcione data relevante histórica para el estudio. Se realizará el levantamiento de la información para seleccionar el producto de estudio correcto y comprender el proceso, los puestos de trabajo con sus actividades y los posibles riesgos existentes.

Mediante el uso de equipos como cámaras fotográficas y de video se registrarán evidencias de las actividades para el estudio de los distintos puestos de trabajo, ya que se obtendrá información en tiempo real de las acciones al diario de cada operario y así identificar los riesgos ergonómicos en cada puesto.

Luego de identificar los riesgos ergonómicos y procesar la información de los puestos de trabajo, se procede a seleccionar las actividades críticas que necesiten corrección inmediata. Se deben encontrar las actividades que tengan mayor grado severidad respecto a faltas en el uso de ergonomía. Por lo que es importante tras las observaciones del desempeño de los operarios realizar la respectiva matriz de riesgos para conocer los riesgos ergonómicos en cada puesto de trabajo y encontrar de esta manera los puestos críticos a evaluar en este estudio.

Para el presente estudio se usará la matriz FINE, en la cual se considerará principalmente los riesgos ergonómicos para la evaluación. Este paso consiste en elaborar una lista con todos los puestos de trabajo en el área junto a sus actividades y tareas para calcular el valor de riesgo o grado de riesgo en cada una considerando los aspectos ergonómicos, exposición, consecuencia y probabilidad. Por lo que se utilizarán todos los conceptos definidos anteriormente agregando el estudio de campo realizado y así se tomará la decisión con consistencia de los puestos de trabajo a evaluar con el estudio ergonómico y proponer mejoras en ellos. En el Anexo 5 se muestra cómo aplicar la metodología FINE y las tablas a considerar para los criterios en el puntaje.

1.2.3 Metodologías de evaluación ergonómica

A partir de lo obtenido en el punto anterior, se evaluarán los puestos de trabajos críticos con algunas de las metodologías determinadas en el capítulo anterior considerando las que mejor apliquen según el caso de estudio, es decir, dependiendo de los peligros más comunes y relevantes según data histórica y observación realizada entre biomecánicos, repetición de movimientos y condiciones de trabajo.

Según la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico aprobado en Perú, se tiene establecido algunas metodologías recomendadas a utilizar entre las definidas. Por lo que para los riesgos disergonómicos encontrados se evaluarán las actividades críticas con las metodologías respectivas según la relación de la Tabla 1.3.

Tabla 1.3 Metodología según Riesgo Disergonómico

Riesgos Disergonómicos	Metodología
Movimientos Repetitivos	CHECK LIST OCRA
Posturas Forzadas	REBA
Carga Física	NIOSH
Condiciones Térmicas	FANGER

Elaboración Propia

Una vez identificados las actividades críticas, se procederá a utilizar las metodologías con ayuda de herramientas de Ergonautas y tablas de puntuación ya determinadas. A continuación, se presenta los procedimientos de aplicación para las cuatro metodologías relevantes para el estudio:

- **Check List OCRA**

El método busca determinar el valor del Índice Check List OCRA (ICKL) y, según el resultado dado, se clasifica el riesgo como Óptimo, Aceptable, Muy Ligero, Ligero, Medio o Alto. Se utiliza la ecuación:

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

Cabe destacar que se deberá hallar los valores de los cinco factores para la suma y el multiplicador de duración (MD), según una puntuación predeterminada en tablas, para determinar el nivel de riesgo en la actividad evaluada. A continuación, se detallan los factores a considerar:

- **Factor de Recuperación (FR).**- Representa el riesgo asociado a la distribución inadecuada de los periodos de recuperación. Se analiza la frecuencia de los periodos de recuperación, su duración y distribución en la tarea repetitiva, lo cual determinará el riesgo debido a la falta de reposo y por consecuencia al aumento de la fatiga.
- **Factor de Frecuencia (FF).**- Describe la frecuencia de trabajo en términos de acciones técnicas realizadas por minuto, es decir, de los movimientos necesarios para completar implicando una o varias articulaciones de los miembros superiores. Por lo que se analiza la velocidad de los movimientos del brazo y la cantidad de pausas que se permiten para otorgar un puntaje al factor.
- **Factor de Fuerza (FFz).**- Se considera la fuerza utilizada con los brazos y/o manos al menos una vez cada pocos ciclos. La acción es calificada por la intensidad de la fuerza requerida y su duración total. En primer lugar, se debe conocer qué tipo de acción técnica se va a evaluar. Luego, se determina la intensidad del esfuerzo según la Escala de Borg. Por último, en función de la intensidad, se obtiene la puntuación para una fuerza moderada, intensa o máxima.
- **Factor de Posturas y Movimientos (FP).**- Se determina evaluando la posición del hombro, del codo, de la muñeca y de las manos. Es importante identificar la existencia de movimientos estereotipados y si todas las acciones implican a los miembros superiores y la duración del ciclo es corta. Para este factor es necesario seleccionar el puntaje de cada parte del cuerpo según la altura que alcanza, los movimientos repentinos o las posturas forzadas que se identifiquen. Luego, se agrega al total el puntaje en caso de haber movimientos estereotipados.
- **Factores Adicionales.**- Son las circunstancias que aumentan el riesgo debido a su presencia durante gran parte del ciclo de la actividad. Entre los elementos que contribuyen al riesgo: el uso de herramientas que provocan vibraciones o contracciones en la piel, el tipo de ritmo de trabajo, la utilización de guantes, etc. Para el método se consulta la puntuación predeterminada y se selecciona los casos que apliquen a la actividad analizada.
- **Multiplicador a la Duración.**- Es un valor que traslada la influencia de la duración real del movimiento repetitivo al cálculo del riesgo y se aplica como

corrección de la puntuación obtenida de la suma de los factores. Si la duración del movimiento repetitivo es menor a 8 horas, el índice de riesgo disminuye, mientras aumenta en caso que los movimientos repetitivos se mantienen más de 8 horas.

Las tablas de puntuación de los factores y el multiplicador se pueden visualizar en el Anexo 2 y serán utilizadas para el cálculo de esta herramienta ergonómica, mientras que en la Tabla 1.4 se muestra la Valoración de la metodología, la cual está dividida en 6 diferentes niveles.

Tabla 1.4 Valoración del Índice Check List OCRA

Índice Check List OCRA	Riesgo	Acción sugerida
Menor o igual a 5	Óptimo	No se requiere
Entre 5,1 y 7,5	Aceptable	No se requiere
Entre 7,6 y 11	Muy Ligero	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto
Entre 11,1 y 14	Ligero	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Entre 14,1 y 22,5	Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Más de 22,5	Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

Fuente: Asensio-Cuesta (pág. 252, 2012)

- **REBA**

Para la aplicación del método se realiza los siguientes pasos:

- Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos.
- Seleccionar las posturas que se evaluarán, según el nivel de carga postural.
- Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo, lado derecho o ambos.
- Tomar los datos angulares requeridos mediante fotografías.
- Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo usando una calificación predeterminada
- Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para hallar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Riesgo y el Nivel de Actuación.

- g) Determinar qué tipo de medidas o correcciones deben adoptarse, en el caso de ser requerido.
- h) Rediseñar el puesto o agregar cambios para mejorar la postura de ser necesario.
- i) Luego de aplicar las mejoras, se deberá evaluar de nuevo la postura con el mismo método para comprobar efectividad de las propuestas.

En la Figura 1.7 se muestra un esquema detallado de las partes del proceso de puntuación para determinar el Nivel de Actuación y en la Tabla 1.4 se visualiza los niveles de actuación y niveles de riesgo para cada puntuación final calculada.

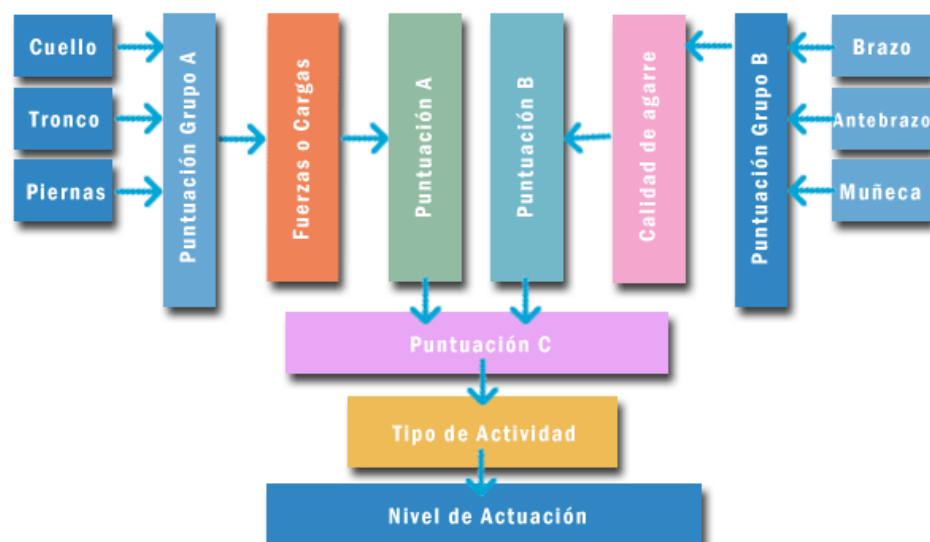


Figura 1.7 Esquema de calificación para el método REBA

Fuente: Ergonautas (2015)

Tabla 1.5 Niveles de actuación según Puntuación Final del método REBA

Puntuación Final	Nivel de Riesgo	Actuación
1	Inapreciable	No es necesaria la actuación.
2-3	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4-7	Medio	Es necesaria la actuación.
8-10	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	Muy Alto	Es necesaria la actuación inmediata.

Elaboración Propia

Fuente: Asensio-Cuesta (pág. 129, 2012)

- **NIOSH**

Para la aplicación de este método ergonómico se simplificará el cálculo del riesgo a través del uso del programa utilizado en la página web de Ergonautas, el cual calcula de manera automática el nivel de riesgo al agregar los datos necesarios. Entre los datos requeridos se encuentran las distancias vertical y horizontal del punto de origen y destino de la carga, los ángulos de asimetría, el peso de la carga, el tipo de agarre, los tiempos de levantamiento por minuto, tiempo de recuperación y otras condiciones de levantamiento relevantes. Se recompila estas variables y se resuelve comparando el resultado con los niveles de actuación mostrada en la Tabla 1.6. De esta forma, se evalúan los datos para determinar las tareas a corregir y reevalúa nuevamente al aplicar las mejoras para determinar si logran reducir el riesgo.

Tabla 1.6 Niveles de Actuación para NIOSH

Puntaje Total	Actuación
< o igual a 1	Tarea no ocasiona problemas.
1 – 3	Tarea puede ocasionar problemas y se recomienda aplicar mejoras.
> o igual a 3	Tarea ocasionará problemas y debe modificarse.

Elaboración Propia

Fuente: Asensio-Cuesta (pág. 152, 2012)

- **FANGER**

Mediante el cálculo de Voto Medio Estimado, el método ayuda a identificar la sensación térmica global correspondiente a un ambiente térmico determinado, el cual al obtenerlo el cálculo del índice Porcentaje de Personas Insatisfechas permitirá predecir la cantidad de personas que no se encuentran conformes con la actividad. Estos cálculos se desarrollarán usando la herramienta on-line en la plataforma de Ergonautas, la cual lo resuelve de manera automática. El procedimiento del método es el siguiente:

- a) Recopilación de información del aislamiento de ropa, la tasa metabólica, las características del ambiente (temperatura del aire y radiante), la humedad relativa o presión parcial del vapor de agua y la velocidad relativa del aire.

- b) Cálculo del Voto Medio Estimado (PMV).
- c) Obtención de la sensación térmica global a partir del Voto Medio Estimado, según la escala de 7 niveles definida por Fanger.
- d) Cálculo de Porcentaje estimado de Insatisfechos (PPD) a partir del valor del PMV.
- e) Análisis de resultados:
- f) En caso de resultar inapropiado las condiciones térmicas, proponer las correcciones apropiadas.
- g) Luego de desarrollar las mejoras, evaluar de nuevo la tarea para comprobar efectividad.

Para la Valoración, se utilizará la Tabla 1.7 para determinar la acción a tomar.

Tabla 1.7 Valoración método FANGER

Rango de Valores	Sensación Térmica	Actuación
+3	Muy caliente	Acción inmediata
+2	Caluroso	Se recomienda corrección
+1	Ligeramente caluroso	No se necesita corrección
0	Neutro	Confort térmico
-1	Ligeramente fresco	No se necesita corrección
-2	Fresco	Se recomienda corrección
-3	Frio	Acción inmediata

Elaboración Propia

Fuente: Asensio-Cuesta (pág. 288, 2012)

Los procedimientos de las demás metodologías ergonómicas se adjuntan en el Anexo 1 para su visualización, aunque no apliquen para el análisis de los puestos ni la evaluación de las mejoras.

Luego de analizar cada actividad con las metodologías descritas y obtener riesgos resultantes, se procede a proponer mejoras ergonómicas según criterios propios y referencias de otros estudios para reducir los niveles de riesgo. Por último, se evalúan las mejoras desarrolladas en cada actividad con las mismas metodologías utilizadas para verificar si los niveles de riesgo se reducen efectivamente y se elimina el estado crítico actual. En el caso que siga siendo un riesgo crítico, se modificará las propuestas presentadas y se reevaluarán hasta conseguir resultados positivos.

1.3 MARCO NORMATIVO

Se presentará la normativa a cumplir y considerar para el presente estudio respecto a los criterios ergonómicos y de seguridad a nivel nacional.

1.3.1 Normativa de Ergonomía

Para el presente estudio ergonómico se debe considerar y abarcar los temas cumpliendo la Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgos Disergonómicos (RM 375-2008-TR) establecida para el Sector Trabajo con el fin de asegurar la salud integral de los trabajadores. De esta forma, las empresas pueden aplicarlas en sus diferentes áreas y puestos de trabajo logrando contribuir al bienestar físico, mental y social del trabajador.

En general, esta norma tiene por objetivo establecer parámetros para adaptar las condiciones de trabajo a las características físicas y mentales de todos los trabajadores para asegurar su buen desempeño, considerando que la mejora de las condiciones de trabajo conlleva a mayor eficacia y productividad en la empresa.

La norma incluye los siguientes contenidos:

- Manipulación manual de cargas
- Carga límite recomendada
- Posicionamiento postural en los puestos de trabajo
- Equipos y herramientas en los puestos de trabajo
- Condiciones ambientales de trabajo
- Organización del trabajo
- Procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico
- Matriz de identificación de riesgos disergonómicos

La norma establece que se deben realizar evaluaciones ergonómicas para formar parte de los procesos preventivos en las empresas debido a los resultados que se obtiene por su implementación. Estas normas básicas de ergonomía poseen los siguientes objetivos:

- Reconocer que los factores de riesgo disergonómico son un importante problema del ámbito de la salud ocupacional.
- Reducir la incidencia y severidad de los disturbios músculos esqueléticos relacionados con el trabajo.

- Disminuir los costos por incapacidad de los trabajadores.
- Mejorar la calidad de vida del trabajo.
- Disminuir el absentismo de trabajo.
- Aumentar la productividad de las empresas.
- Involucrar a los trabajadores como participantes activos e íntegramente informados de los factores de riesgo disergonómico que puedan ocasionar disturbios músculo – esqueléticos.
- Establecer un control de riesgos disergonómicos mediante un programa de ergonomía integrado al sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de la empresa.

Para mayor detalle de la normativa ergonómica, ver el Anexo 3 adjunto.

1.3.2 Normativa de Seguridad

En el caso de la Seguridad en el Trabajo, este estudio debe considerar lo establecido por el Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el trabajo según el Decreto Supremo N° 005-2012-TR, el cual establece la obligación de implementar una política de prevención de riesgos laborales y vigilar su cumplimiento identificando, evaluando, previniendo y comunicando los riesgos en el trabajo a los trabajadores por medio de establecer un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo.

Este sistema se rige por los siguientes principios:

- a) Asegurar el compromiso visible del empleador con la salud y seguridad de los trabajadores.
- b) Lograr coherencia entre lo que se planifica y lo que se realiza.
- c) Incentivar de modo preciso y efectivo a la mejora continua mediante una metodología confiable.
- d) Fomentar el trabajo en equipo a fin de incentivar la cooperación de los trabajadores.
- e) Promover y fomentar la cultura y pensamiento de prevención de los riesgos laborales logrando que toda la organización conozca los conceptos de prevención y proactividad, resultando en comportamientos seguros en el personal.
- f) Promover las circunstancias para alentar una empatía del empleador hacia los trabajadores y viceversa.

- g) Asegurar la existencia de medios de retroalimentación desde los trabajadores al empleador en seguridad y salud en el trabajo.
- h) Establecer mecanismos efectivos de reconocimiento al personal proactivo interesado en el mejoramiento continuo de la seguridad y salud laboral.
- i) Evaluar los riesgos críticos que puedan ocasionar los mayores perjuicios a la salud y seguridad de los trabajadores, al empleador y otros.
- j) Comunicar y respetar la participación de las organizaciones sindicales o la de los representantes de los trabajadores en las decisiones sobre la seguridad y salud en el trabajo.

Esta ley establece la obligación que el empleador debe garantizar condiciones que protejan la vida, salud y el bienestar de los trabajadores y asumir las implicancias económicas y legales consecuencia de un accidente o enfermedad que sufra su trabajador. Esta ley es aplicable a todos los sectores económicos y de servicios comprendiendo a todos los empleados bajo el régimen laboral.

Además, según la normativa deben aplicarse exámenes médicos y capacitación en seguridad y salud periódicamente en los centros de trabajo junto a la presencia de médicos ocupacional y la creación de Comité de Seguridad en las empresas para realizar la correcta gestión de la seguridad y salud en el trabajo. Por otro lado, debido al código penal se dará sanciones penales por incumplimiento de las condiciones de seguridad e higiene industrial mínimas establecidas e infringir las normas de seguridad y salud ocupacional.

Se adjunta la norma completa en el Anexo 4 adjunto a la tesis.

CAPÍTULO 2. CASO DE ESTUDIO Y CASOS SIMILARES

En el segundo capítulo se describe de manera breve la empresa escogida como caso de estudio y se brindan sus características principales relevantes para el análisis. También se muestran casos similares a este estudio de los cuales se consideraron las metodologías utilizadas, las situaciones a corregir y los resultados que se lograron mediante las evaluaciones.

2.1 CASO DE ESTUDIO

A continuación se describe las características relevantes de la empresa al igual que el sector donde labora y el producto de estudio con el fin de comprender mejor el caso a evaluar. Se presenta información otorgado de la empresa respetando la privacidad y anonimato previamente acordado con la jefatura.

2.1.1 Sector y actividades económicas

La empresa es una compañía que entre sus actividades manufactureras se encarga del diseño, fabricación y ensamble de carrocerías de variados modelos de ómnibus para el transporte a nivel nacional. Recibe pedidos de sus clientes y la industria acondiciona sus productos según sus necesidades, por lo que la fabricación de sus productos se basa en los encargos realizados por sus clientes, los cuales mantienen una correcta relación con la empresa. En el Anexo 6 se muestra un video de recorrido a la planta para mejor visualización.

Mediante información otorgada por la empresa, se presenta las ventas anuales hasta el año 2014 para el ensamblaje de ómnibus, lo cual permite demostrar el crecimiento en producción y rentabilidad de la empresa entre los años 2010 y 2014. Esto se debe a que se han implementado cambios en el proceso productivo y en áreas de soporte para lograr mejoras continuas, al igual que la demanda de buses en el sector va incrementando cada año. Sin embargo, es prioridad para la empresa mantener una buena relación con sus clientes y proveedores para lograr este nivel de ventas. En la Figura 2.1 se muestra las ventas anuales en unidades monetarias, mientras que en la Figura 2.2 se ilustra las ventas anuales para el total de ómnibus vendidos.

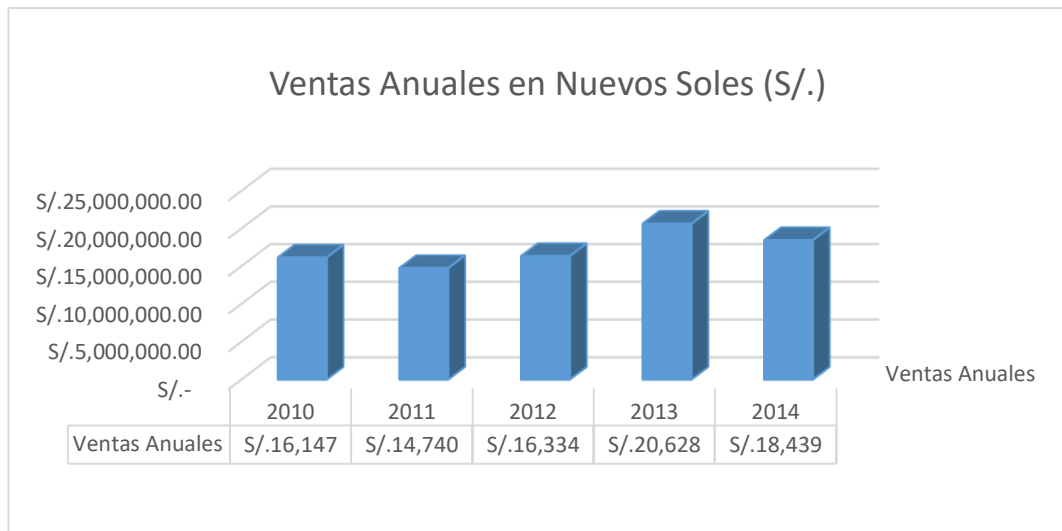


Figura 2.1 Ventas Anuales en Nuevos Soles
Elaboración Propia
Fuente: La Empresa

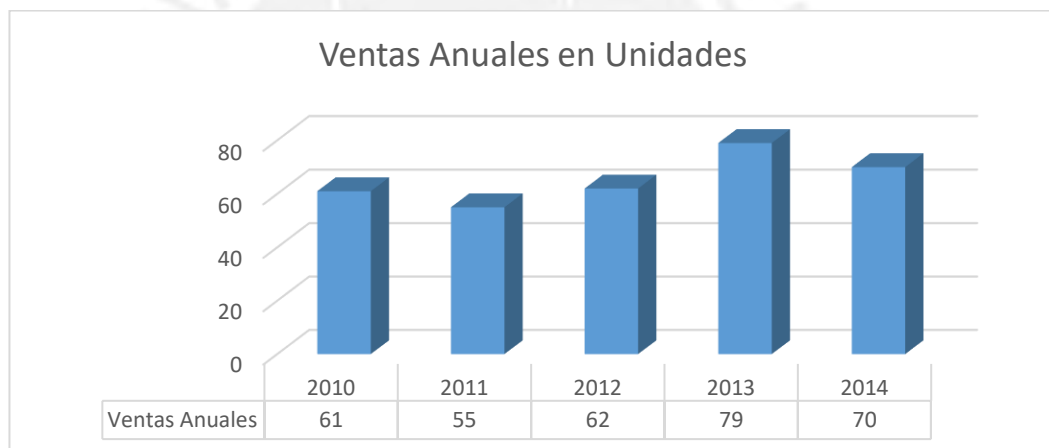


Figura 2.2 Ventas Anuales en Unidades
Elaboración Propia
Fuente: La Empresa

2.1.2 Principios de la empresa

MISIÓN

Su principal misión es diseñar, producir y brindar productos y servicios de alta calidad que superen las expectativas de sus clientes, contribuyendo con el desarrollo y beneficio social del país y logrando el compromiso y desarrollo profesional de sus empleados.

VISIÓN

La visión de la empresa es ser una corporación líder en América Latina, de productos y servicios de calidad para el transporte de pasajeros.

VALORES

La empresa busca la satisfacción de sus clientes, proveedores, colaboradores y accionistas a través de los siguientes valores y principios:

- **Actitud:** Predisposición de ofrecer servicio al cliente y compañerismo.
- **Disciplina:** Determinación al mantener constante las prácticas y compromisos de la empresa.
- **Responsabilidad:** Compromiso de asumir lo que se ofrece, trabajando con el mayor esfuerzo y logrando las altas expectativas.
- **Trabajo en equipo:** Esfuerzo colectivo de la organización que realiza su labor intercambiando conocimientos y optimizando los objetivos.
- **Transparencia:** Ser coherente con lo que se piensa, expresa y actúa. Se debe actuar y expresar con veracidad.

2.1.3 Condiciones laborales

Las condiciones laborales son las mismas para cada operario dentro del proceso productivo. Se posee un solo turno y consta de una jornada laboral de lunes a viernes de 8am hasta las 6pm considerando 45 minutos de almuerzo y los sábados de 8am hasta la 1pm sin almuerzo. El ingeniero de planta del área de ensamblaje de buses debe encontrarse supervisando el trabajo de los 60 operarios en cada puesto durante estas horas laborales pudiendo tener reemplazo en casos sea necesario y posee la ayuda de algún practicante cuyo horario es flexible y varía cumpliendo las 30 horas semanales mínimo.

2.1.4 Estructura General

Se adjunta el organigrama de la organización como Anexo 7 para una mejor visualización de las áreas y funciones que se realizan. La empresa divide su organización en una Gerencia General, Gerencia Administrativa, Asistente de Gerencia y 7 jefaturas: Seguridad y Salud Ocupacional, Administración y Finanzas, Sistemas, Comercialización, Contabilidad, Mantenimiento y Producción.

El área de Producción integra el departamento de Planeamiento y Control de Producción, Dibujo en Ingeniería, Jefes de plantas, Supervisores y operarios

distribuidos para todo el portafolio de la organización. En el caso de la elaboración de los buses se lleva a cabo por 1 jefe de planta que supervisa las actividades y coordina con demás áreas, 1 técnico en Dibujo y Diseño, y 60 operarios tercerizados para trabajo de mano de obra para poder cumplir con los pedidos de los clientes.

2.1.5 Maquinaria y herramientas

El área de producción de buses posee variedad de herramientas y maquinaria para poder realizar sus actividades de forma más eficiente durante su jornada laboral establecida. Estos deben facilitar y apoyar las operaciones desde la entrada de materia prima hasta que el producto sea terminado.

La planta de ensamblaje de carrocerías dispone de las siguientes herramientas y maquinaria:

- 1 Montacargas
- 2 Guillotinas
- 2 Plegadoras
- 10 Pistolas de alta presión
- 6 sierras manuales
- 8 sopletes para soldadura
- 8 máquinas soldadoras
- 8 taladros atornilladores
- 1 Máquina Taladradora
- 2 Pulidoras eléctricas

2.1.6 Áreas funcionales

La empresa se divide en varias áreas funcionales para la realización de sus actividades en diferentes puestos de trabajo. La empresa de estudio posee las siguientes:

Área de corte: Su función es realizar el proceso de cortado mediante guillotina o sierra manual las planchas de aluminio de 1.5mm y galvanizadas de 1.2mm para la carrocería y otros elementos relevantes para el ensamble. Se debe verificar que los

cortes se hacen a las medidas requeridas antes de pasar a los siguientes puestos y desechar las mermas que se produzcan.

Área de doblado: Esta sección se encarga de los procesos de doblado mediante plegadora de las láminas para el ensamble de las carrocerías. Se ubica al costado del área de corte para recibir las piezas tras ser cortadas.

Área de Soldado: En estos puestos se realiza el proceso de soldado para componentes de la carrocería. Se realiza mediante soldadura MIG.

Área de Ensamble: Se realiza el ensamble de la carrocería y las partes en el chasis del ómnibus a producir de manera manual con soldadura, pegamento industrial y unión mediante tornillos autoperforantes.

Área de Pintado: Se realiza el pintado de la carrocería y las partes del bus sin agregar mediante uso de una pistola a presión o de manera manual. Antes del pintado se aplica masilla de poliéster en la estructura armada para rellenar irregularidades y alguna abolladura encontrada y se lija de manera manual los lados de la carrocería. Luego del pintado, se realiza el pulido manual de toda la estructura para terminar el proceso.

Área de Acabado y Acondicionamiento: Se agregan todos los componentes finales al interior y exterior del ómnibus y se acondiciona según pedidos de los clientes.

También la empresa posee otros departamentos que brindan apoyo y soporte al proceso productivo. A continuación se presentan los más relevantes:

Área de Mantenimiento: Esta área tiene como función revisar periódicamente los equipos, máquinas y puestos de trabajo de cada área y de reparar lo que no se encuentre en buen estado o correcto funcionamiento.

Área de Dibujo en Ingeniería: Se encarga de modificar y re-diseñar los modelos de los ómnibus de la empresa según requerimientos y pedidos de los clientes. Esta información se transmite al área de producción para realizar los cambios necesarios.

Área de Compras: Realizar órdenes de compras de todo material y recursos necesarios en todas las áreas de la empresa cuando sean necesarios manteniendo contacto con los proveedores.

Área de Control de gestión: Guiar a la gestión de la empresa a alcanzar los objetivos manteniendo las áreas con alta efectividad.

Área de Ventas: Establecer contratos con los clientes ofreciendo el servicio y productos de la empresa, aprobar los pedidos y asegurarse que el cliente los pague y reciba. Este proceso es tercerizado.

Área de Seguridad en el trabajo: Planificar y mantener la seguridad, salud y cuidado del ambiente en las instalaciones de la empresa y para asegurar el bienestar de los trabajadores.

2.1.7 Descripción del producto

El ómnibus interprovincial Centauro, el cual se muestra en la Figura 2.3, es el producto principal de la empresa de la línea de buses de la empresa entre los 4 modelos actuales en su portafolio. Preferido por los clientes por su comodidad y eficiencia en el transporte a nivel nacional.

Además, cabe destacar que es un producto que requiere varias operaciones y componentes para su elaboración, lo cual conlleva a un largo periodo de tiempo y necesita varios operarios para su ensamblaje y acondicionamiento.



Figura 2.3 Bus tipo Centauro

Fuente: La Empresa

2.1.8 Componentes del producto

En la Tabla 2.1 se ilustran los componentes que integran el producto de estudio.

Tabla 2.1 Componentes del Producto

Componente	Ilustración
Estructura fabricada con tubos electro soldados de 2.00 mm	
Forrado Exterior de fibra de vidrio y planchas de aluminio	
Pintura de poliuretano de brillo permanente	
Bodegas forradas con planchas galvanizadas	
Paqueteras reforzadas con pasamano	

<p>Ventanas con cristal templado y parabrisas con vidrios laminados</p>	
<p>Asientos reclinables con respaldar y cojín injectados en poliuretano flexible</p>	
<p>Iluminación interior mediante LED y luces de lectura</p>	
<p>Sistema de audio y video con monitores LCD 17" y Radio CD con mp3</p>	
<p>Otros Accesorios (Tapasol, Botiquín, Limitador de velocidad, Letrero de ruta electrónica, Sistema de control MULTIPLEX)</p>	

<p>Chasis de Motor</p>	
<p>Componentes Opcionales (Calefacción, Aire acondicionado, mampara completa, Baño químico, kit minero, distribución en asientos semicama, forro de asientos en cuero, pantallas personalizadas, Router Wi-Fi y Puerta central)</p>	

Elaboración Propia

Fuente: La Empresa

2.1.9 Proceso productivo

El proceso de ensamblaje de carrocerías para el ómnibus interprovincial Centauro se realiza a través de los siguientes pasos establecidos y se supervisan por el ingeniero de planta respectivo debido a su complejidad y riesgos existentes:

- a) **Preparación de Chasis:** Se prepara el chasis transportándolo a la zona donde se montará la carrocería y se coloca la protección de sistema eléctrico y otras bases.
- b) **Montaje de Anclajes:** Se instala el sistema de soporte y sujeción para la carrocería a ensamblar.
- c) **Armado de partes estructurales:** Se ensambla mediante tubos electro soldados el Piso estructural, Laterales estructurales, Techo estructural, Frente estructural y Posterior estructural en el respectivo orden.
- d) **Forrado:** Se agrega el Forrado (cobertura) de las cajuelas, Forrado enfrente, Forrado posterior, Forrado laterales, Forrado techo en el respectivo orden.
- e) **Fabricación de componentes:** Fabricación de puertas, parachoques y otras partes finales.
- f) **Pintado:** Mediante pistola a presión y de manera manual se realiza el pintado del bus forrado y los componentes fabricados. Se agrega previamente la masilla de poliéster y se lija la estructura. Luego, se realizar el pulido en las partes pintadas.

- g) **Acabado:** Ensamble componentes fabricados al bus, asientos, luces, vidrios y otros obligatorios. Colocación de láminas interiores y otros puntos.
- h) **Acondicionado:** Instalar equipo de sonido, servicio eléctrico aparte y otros según necesidades del cliente agregando opcionales.

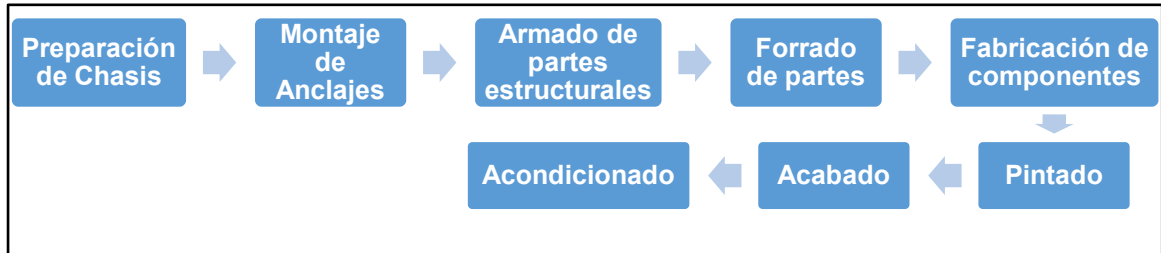


Figura 2.4 Diagrama de bloques del Proceso

Elaboración Propia

En la Figura 2.4 se muestra el diagrama de bloques del proceso principal productivo del área de buses.

2.2 Casos de estudios similares

En este punto se presentarán 3 casos similares al presente estudio sobre ergonomía en los puestos de trabajo y se comentará sobre los puntos más útiles para usar en esta tesis. Se informará sobre sus casos de estudios, los procedimientos y metodológicas que se utilizaron, las mejoras que se propusieron y sus conclusiones.

2.2.1 Caso N° 1

A) Datos Generales

- Título: “Evaluación y Propuesta de mejoras ergonómicas y de salud ocupacional para el proceso de fabricación de un motón de acero simple sin accesorio”
- Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú
- Presentada por: Miguel Ángel Salvatierra Manchego
- Año: 2012

B) Objetivo del estudio

“Identificar los peligros y problemas de salud en trabajo diario, producto de la manipulación, fabricación y malas posturas adoptadas durante el proceso productivo de uno de los productos más representativos de la metalmecánica como es el caso

del motón de acero simple. Y en base a esto poder proponer mejoras que puedan disipar y hasta reducir completamente los peligros y problemas de salud.”

C) Metodología de implementación

- Elaboración del estudio de campo (Uso de cámara de video, termómetro, sonómetro, etc.)
- Identificación del producto de estudio
- Análisis y Evaluación de puestos mediante uso de la matriz FINE.
- Identificación de metodologías ergonómicas (OWAS, REBA, OCRA y FANGER)
- Procedimiento de evaluación ergonómica de los puestos críticos
- Determinación de mejoras ergonómicas.

D) Comentarios

Se destaca de este estudio el método para la elaboración del estudio de campo mediante el uso de cámara de video y fotográfica para obtener tomas de las posiciones y movimientos de los empleados en sus puestos de trabajo al realizar sus actividades. De esta forma, se podrá aplicar la matriz FINE e identificar los puestos más críticos.

Además, se rescata las metodologías ergonómicas utilizadas y se aplicarán en este estudio para luego determinar mejoras ergonómicas similares y otras propuestas. Se considerarán algunas propuestas de mejora y se optarán por las más apropiadas para este estudio y cómo aplicarlas en un determinado tiempo.

La evaluación técnica y económica de esta tesis posee varios puntos a rescatar como los procedimientos para hallar los ahorros y costos para temas de ergonomía. En especial se consideró el cálculo del Costo de Oportunidad que considera casos reales de otros estudios ergonómicos y determina un estimado aproximado para utilizar en esta evaluación.

2.2.2 Caso N° 2

A) Datos Generales

- Título: “Evaluación ergonómica y propuestas para mejora en los puestos del proceso de teñido de tela en tejido de punto de una tintorería”
- Institución: Pontificia Universidad Católica del Perú
- Presentada por: Ruddy Alexandra Cornejo Sandoval

- Año: 2013

B) Objetivo del estudio

“Desarrollar la evaluación ergonómica y propuesta para la mejora en los puestos de trabajo del proceso de teñido de la tela en tejido de punto de una tintorería”.

C) Metodología de implementación

- Procedimiento de selección de actividades mediante cuestionario y matriz de riesgo.
- Estudio ergonómico de diagnóstico
- Detalle de mejoras sobre actividades a eliminar o modificar.

D) Comentarios

En este caso, se destaca el uso de la matriz de riesgo en sus puestos de trabajo para hallar los puntos críticos y los detalles en mejoras sobre actividades a eliminar o modificar para considerar en la elaboración de la presente tesis.

Además, se toma como referencia algunas propuestas de mejora que se pueden implementar de manera similar en este estudio.

2.2.3 Caso N° 3

A) Datos Generales

- Título: “Identificación y evaluación del factor de riesgo ergonómico en trabajadores de una empresa automotriz y su relación con afecciones músculo-esqueléticas”
- Institución: Universidad Internacional SEK
- Presentada por: Mercedes Elizabeth Puente Avila
- Año: 2014

B) Objetivo del estudio

“Identificar y evaluar el Factor de Riesgo Ergonómico como posturas forzadas, levantamiento manual de cargas y movimientos repetitivos en los trabajadores del área de suelda y ensamble de asientos de la empresa de estudio, y proponer medidas de control”.

C) Metodología de implementación

- Análisis del riesgo ergonómico en los puestos de trabajo
- Determinar tamaño y muestra poblacional
- Medición del riesgo ergonómico (Métodos REBA, OCRA y NIOSH)
- Control de Riesgos Laborales Detectados

D) Comentarios

En este documento se observa un caso de estudio más similar a la presente tesis. Se tomará en consideración el análisis de riesgo de las actividades y tareas en los puestos de trabajo mediante los riesgos ergonómicos existentes en ambos casos de estudio. También se destaca la aplicación de las metodologías ergonómicas en este caso y el control de riesgos laborales implementado.



CAPÍTULO 3. PREDIAGNÓSTICO Y EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES CRÍTICAS

Con el fin de evaluar a la empresa de estudio y sus actividades productivas en el ensamblaje de buses, en este capítulo se detalla la situación de la empresa y, a través de identificar las actividades críticas, se utilizarán las herramientas ergonómicas establecidas anteriormente.

3.1 Análisis de la Situación Actual

Mediante las visitas regulares realizadas a la empresa, se logra observar problemas durante la realización de las operaciones en el área de Producción. Entre ellos se identifican diversos riesgos disergonómicos presentes que ponen en peligro la salud de los trabajadores. Algunos riesgos son más visibles que otros y varían respecto al puesto de trabajo, por lo que mediante este estudio se identifican y analizan para reducirlos.

En el pasado, la empresa ha presentado inconvenientes respecto a la salud de los trabajadores, lo cual conlleva a grandes pérdidas monetarias y a afectar negativamente a la producción. Por lo tanto, el área de ensamblaje de buses requiere un análisis y evaluación de sus actividades actuales y verificar si al aplicar correcciones, se podrá conseguir mejoras factibles para la empresa, por lo que se tiene información de las horas perdidas, ausentismo, costos aplicados y otros datos relevantes para poder realizar una comparación más precisa entre la situación actual y lo que se propone mejorar.

3.2 Selección del producto del estudio

Para seleccionar el producto que determinará los puestos de trabajos y actividades específicas a evaluar, se analizará primero mediante información de la empresa criterios respecto a los productos. Se escoge el más relevante entre los 4 buses producidos por la empresa: Perseo, Centauro, Drako y Astro.

A continuación se presenta la gráfica en la Figura 3.1 con los porcentajes respecto al nivel de producción de los buses en el año 2014:

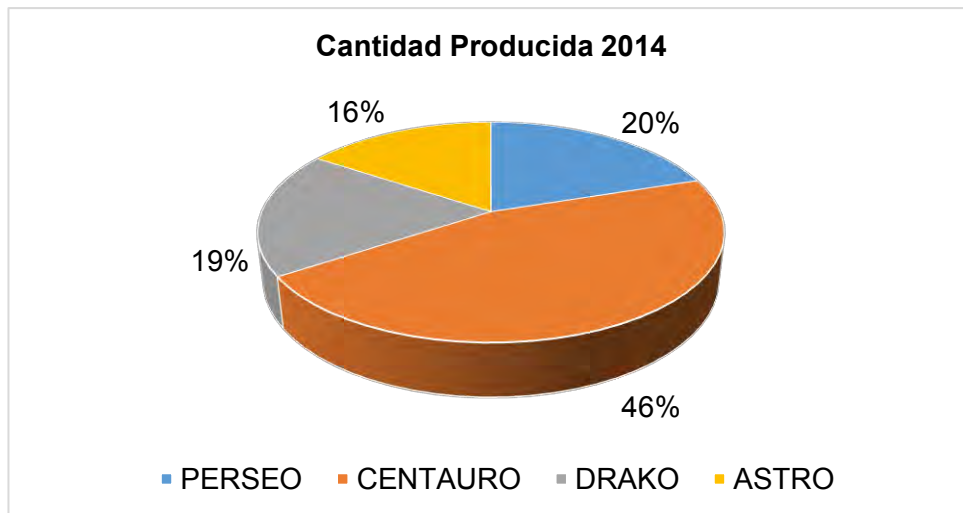


Figura 3.1 Porcentaje de modelo ómnibus producido 2014

**Fuente: Empresa
Elaboración Propia**

Respecto a la figura presentada, se puede observar que el ómnibus interprovincial “Centauro” es el producto con mayor tasa de producción, aunque la venta del “Perseo” conlleva a mayores beneficios monetarios. Sin embargo, al considerar que ambos realizan las mismas actividades productivas, se seleccionará el ómnibus interprovincial “Centauro” por poseer mayor rotación y número de repeticiones de las mismas actividades al igual que la empresa reconoce que este producto conlleva a mayores riesgos ergonómicos entre los 4 modelos de buses, aunque éstos no estén cuantificados ni documentados.

3.3 Selección de los puestos de trabajo y actividades relevantes

Procedemos a definir las actividades relevantes para la elaboración del producto por Área de la empresa. De esta forma, se obtiene numerada cada actividad para su posterior análisis para encontrar los puestos críticos. Se presenta a continuación este punto en la Tabla 3.1.

En total se definieron 40 actividades entre las áreas de producción del área de buses, los cuales serán analizados para identificar los críticos en el siguiente punto.

Tabla 3.1 Actividades definidas por Proceso

AREA	PROCESO	N° ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
CORTE	Corte en Guillotina	Actividad 1	Cargar láminas de acero
		Actividad 2	Colocar láminas de acero en guillotina
		Actividad 3	Cortar láminas de acero
		Actividad 4	Descargar pieza cortada
		Actividad 5	Cargar la pieza
DOBLADO	Corte con Sierra	Actividad 6	Colocar pieza en mesa de trabajo
		Actividad 7	Cortar pieza con sierra manual
		Actividad 8	Descargar pieza cortada
		Actividad 9	Cargar las piezas
		Actividad 10	Colocar pieza en plegadora
SOLDADO	Doblado en Plegadora	Actividad 11	Realizar Doblado
		Actividad 12	Descargar pieza
		Actividad 13	Coger piezas a soldar y colocar
		Actividad 14	Soldar piezas con soplete
		Actividad 15	Colocar piezas para siguiente actividad
ENSAMBLE	Soldar	Actividad 16	Cargar pieza en taladradora
		Actividad 17	Marcar las pieza
		Actividad 18	Taladrar pieza
		Actividad 19	Descargar pieza
ENSAMBLE	Taladrar en máquina	Actividad 16	Cargar pieza en taladradora
		Actividad 17	Marcar las pieza
		Actividad 18	Taladrar pieza
		Actividad 19	Descargar pieza

	Ensamblar	Actividad 20	Cargar las partes (tubos y láminas)
		Actividad 21	Aplicar pegamento con pistola
		Actividad 22	Unir con autoperforantes
		Actividad 23	Apuntalado con soldadura
		Actividad 24	Unir con soldadura
		Actividad 25	Llevar baldes con poliéster
	Preparar carrocería	Actividad 26	Aplicar poliéster a la estructura
		Actividad 27	Lijar con papel lija la estructura
	Pintar Tubos	Actividad 28	Cargar tubos a mesa de trabajo
		Actividad 29	Pintar tubos con pistola a presión
		Actividad 30	Descargar tubos
	Pintar estructura	Actividad 31	Llevar balde con pintura
		Actividad 32	Aplicar pintura a toda la carrocería (pintado interno y externo)
		Actividad 33	Pulir la carrocería con pulidora eléctrica
	Instalación de componentes	Actividad 34	Cargar componentes (asientos, luces, vidrios, etc.)
		Actividad 35	Instalar los componentes
	Instalación de componentes adicionales	Actividad 36	Cargar componentes adicionales (equipo de sonido, televisor, etc.)
		Actividad 37	Instalar los componentes adicionales
	Tapizado	Actividad 38	Armar tapizados de manera manual
		Actividad 39	Llevar tapizado al bus
		Actividad 40	Instalar tapizado

Elaboración Propia

3.4 Detalle de los riesgos disergonómicos a evaluar

Para el proceso de ensamblaje de carrocería se identifican varios riesgos disergonómicos para los operarios que realizan las actividades. Éstos no se visualizan a simple vista en los puestos de trabajo, sino aparecen después de tiempo debido al sobreesfuerzo, incorrectas posturas al realizar las operaciones, la repetitividad de los movimientos y factores del entorno. Mediante consulta a los operarios en cada área respecto a sus experiencias por dolores por realizar sus actividades y ocasiones en que necesitaron descanso médico por enfermedades músculo-esqueléticas, se pudieron elaborar las siguientes gráficas:

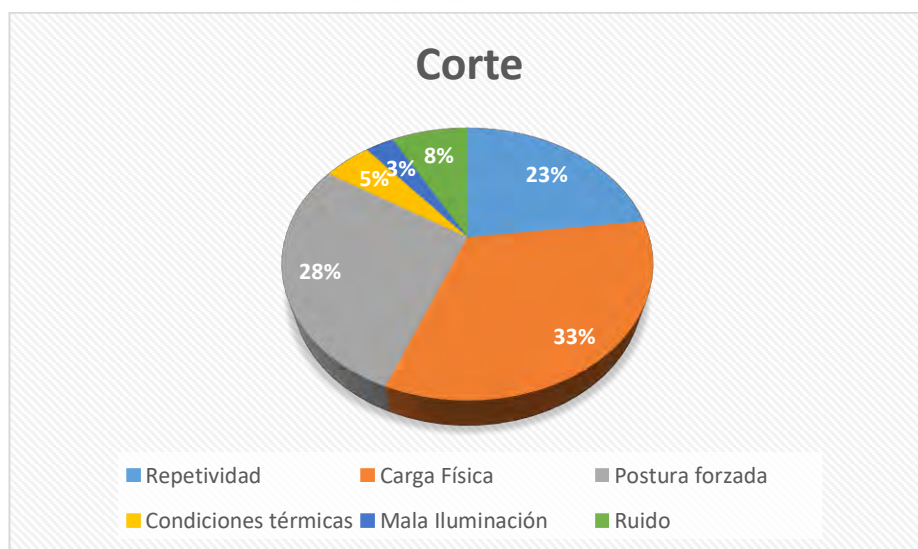


Figura 3.2 Porcentajes de Riesgo en Área de Corte

Fuente: La Empresa

Elaboración Propia

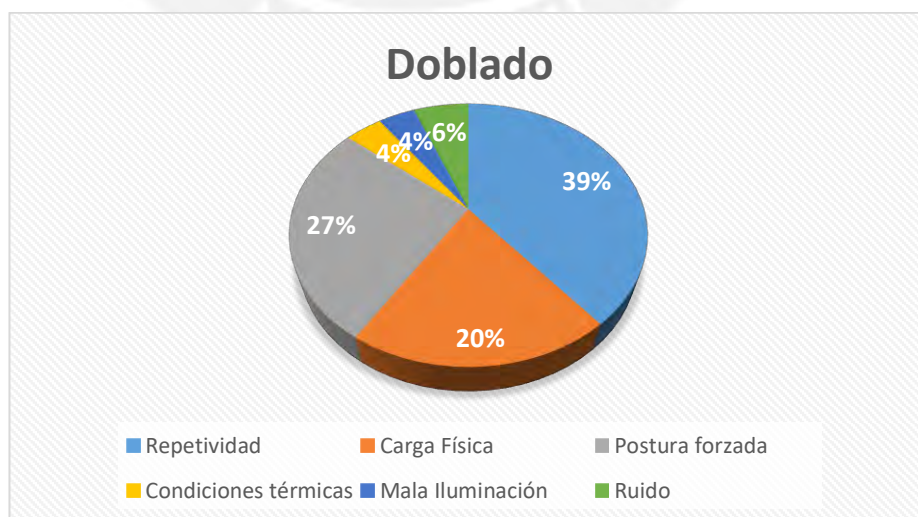


Figura 3.3 Porcentajes de Riesgo en Área de Doblado

Fuente: La Empresa

Elaboración Propia

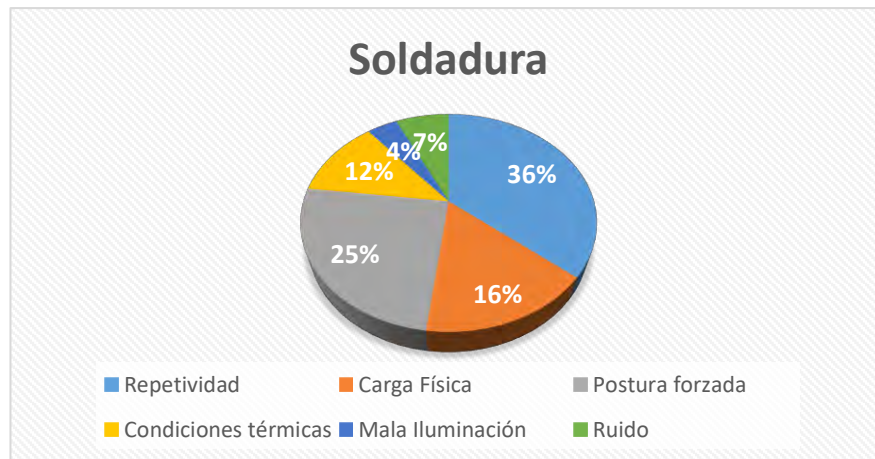


Figura 3.4 Porcentajes de Riesgo en Área de Soldadura
Fuente: La Empresa
Elaboración Propia

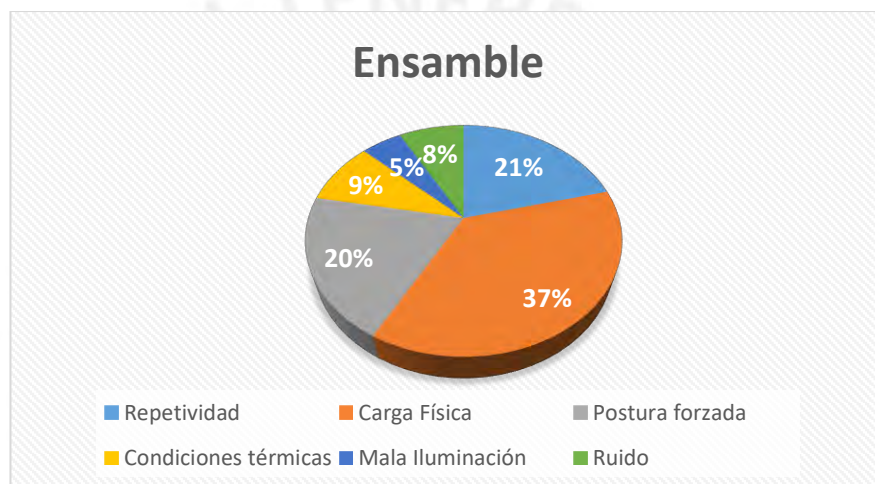


Figura 3.5 Porcentajes de Riesgo en Área de Ensamble
Fuente: La Empresa
Elaboración Propia

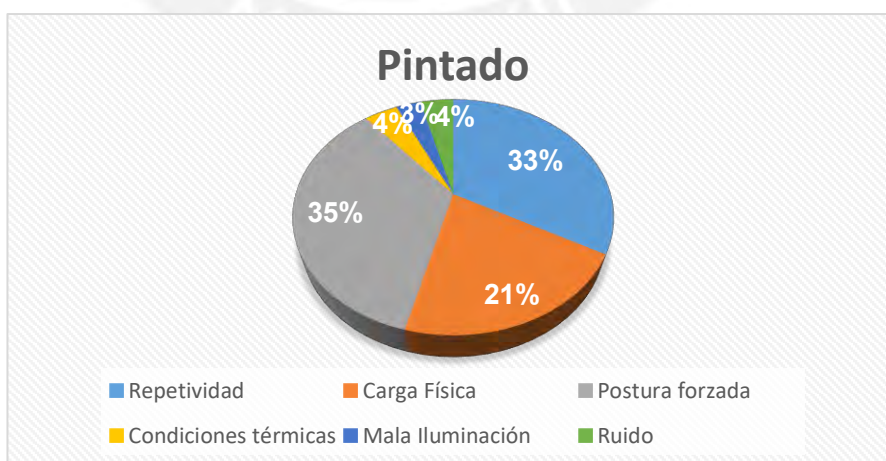


Figura 3.6 Porcentajes de Riesgo en Área de Pintado
Fuente: La Empresa
Elaboración Propia

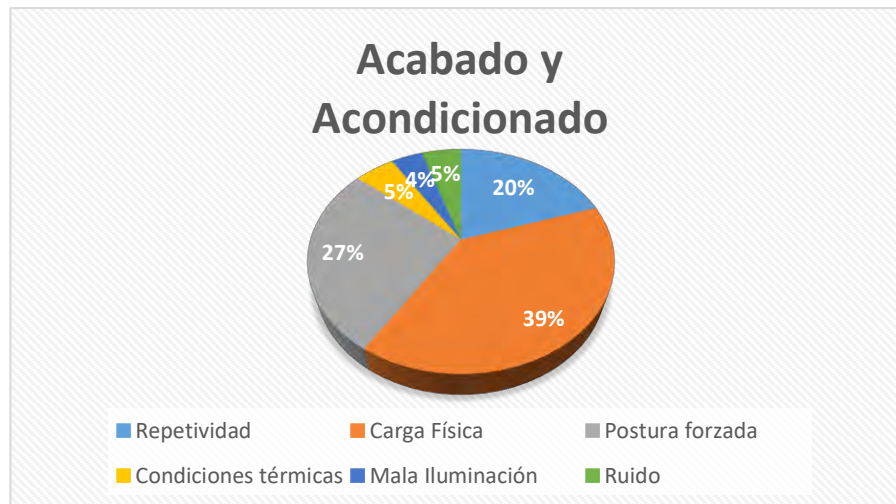


Figura 3.7 Porcentajes de Riesgo en Área de Acabado y Acondicionado
Fuente: La Empresa
Elaboración Propia

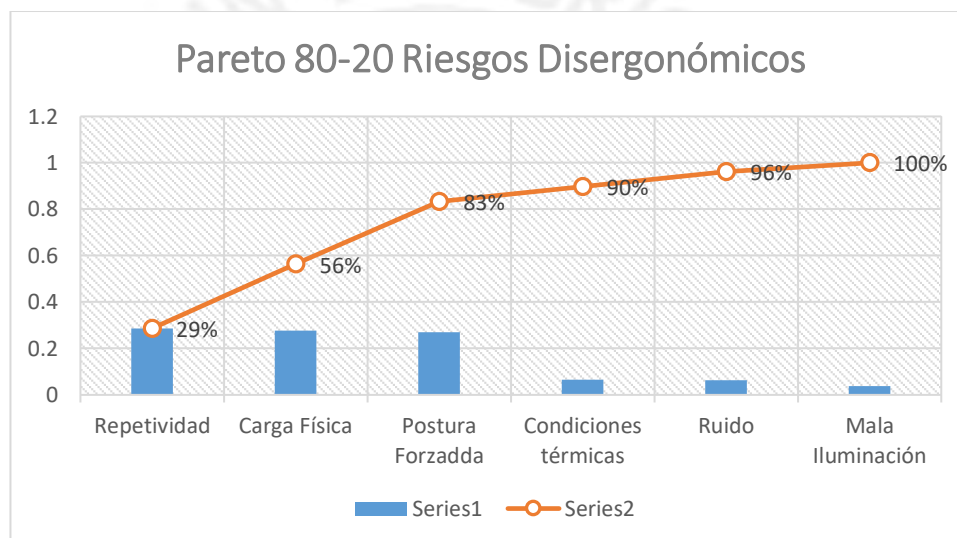


Figura 3.8 Riesgos Disergonómicos en Producción
Fuente: La Empresa
Elaboración Propia

La Figura 3.2 hace referencia a los porcentajes hallados en el área de Corte por riesgos disergonómicos identificados, donde se observa que la carga física posee el mayor impacto. En el caso de las Figuras 3.3, 3.4 y 3.6, las cuales corresponden a las áreas de Doblado, Soldadura y Pintado respectivamente, se observa que existe mayor impacto debido al nivel de repetitividad al realizar las operaciones, mientras que en las Figuras 3.5 y 3.7 al igual que en el área de Corte se muestra una mayor relevancia la carga física.

Hallando un promedio entre las áreas, se presenta en la Figura 3.8 un diagrama Pareto con los riesgos disergonómicos en la producción de buses para identificar los más relevantes. Al final se optará por considerar hasta el acumulado de 83%; por lo

tanto, se tomará la Repetitividad, la Carga Física y las Posturas forzadas como los riesgos disergonómicos para este estudio.

3.5 Identificación de las actividades críticas

Se procede a elaborar la matriz FINE para calcular el grado de riesgo en los puestos de trabajo e identificar las actividades críticas. El resultado de este análisis se muestra en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Resultado del análisis mediante matriz FINE

Actividad	EXPOSICIÓN			CONSECUENCIAS			PROBABILIDAD			GRADO DE RIESGO		
	Repetitividad	Carga Física	Posturas Forzadas	Repetitividad	Carga Física	Posturas Forzadas	Repetitividad	Carga Física	Posturas Forzadas	Repetitividad	Carga Física	Posturas Forzadas
Actividad 1	2	2	2	15	15	15	3	3	3	90	300	90
Actividad 2	2	2	2	15	15	15	3	6	3	90	180	90
Actividad 3	1	0	2	1	0	1	3	0	3	3	0	6
Actividad 4	1	1	1	5	5	5	3	3	3	15	15	15
Actividad 5	1	1	1	5	5	5	3	1	1	15	5	5
Actividad 6	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.5	1
Actividad 7	2	0	1	5	0	5	3	0	3	30	0	15
Actividad 8	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3
Actividad 9	1	1	1	5	5	5	1	3	3	5	15	15
Actividad 10	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	2
Actividad 11	3	0	1	5	0	1	6	0	1	90	0	1
Actividad 12	2	1	2	5	5	5	1	3	3	10	15	30
Actividad 13	1	0.5	1	1	1	1	3	1	1	3	0.5	1
Actividad 14	3	0	2	5	0	5	6	0	1	90	0	10
Actividad 15	1	0.5	1	1	1	1	3	1	1	3	0.5	1
Actividad 16	1	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25
Actividad 17	0.5	0	0.5	1	0	1	0.5	0	0.5	0.25	0	0.25
Actividad 18	2	0	1	1	0	1	3	0	1	6	0	1
Actividad 19	1	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25
Actividad 20	1	3	3	15	15	15	3	10	6	45	450	270
Actividad 21	1	0.5	1	5	1	5	3	1	3	15	0.5	15
Actividad 22	1	0	2	1	0	5	1	0	3	1	0	30
Actividad 23	6	0	3	5	0	5	10	0	6	300	0	90
Actividad 24	6	0	3	1	0	5	10	0	6	60	0	90
Actividad 25	0.5	0.5	0.5	1	1	1	0.5	0.5	0.5	0.25	0.25	0.25

ALTO!

MUY ALTO!

ALTO!

Actividad 26	1	0	0.5	5	0	1	3	0	1	15	0	0.5	
Actividad 27	1	0	1	5	0	5	3	0	3	15	0	15	
Actividad 28	1	3	3	15	15	15	3	6	6	45	270	270	ALTO!
Actividad 29	2	0	2	5	0	5	3	0	3	30	0	30	
Actividad 30	1	2	2	15	15	15	3	6	6	45	180	180	
Actividad 31	0.5	0.5	1	1	1	1	0.5	0.5	1	0.25	0.25	1	
Actividad 32	3	0	3	5	0	5	10	0	6	150	0	90	
Actividad 33	2	0	2	5	0	5	6	0	6	60	0	60	
Actividad 34	1	2	2	15	15	15	6	10	3	90	300	90	ALTO!
Actividad 35	1	0	0.5	1	0	5	3	0	3	3	0	7.5	
Actividad 36	1	1	1	5	5	5	1	3	3	5	15	15	
Actividad 37	1	0	0.5	1	0	1	3	0	3	3	0	1.5	
Actividad 38	1	0	1	5	0	5	3	0	1	15	0	5	
Actividad 39	0.5	2	2	5	5	5	1	3	1	2.5	30	10	
Actividad 40	1	0	1	1	0	5	1	0	1	1	0	5	

Elaboración Propia

3.6 Selección de las herramientas ergonómicas

De los resultados obtenidos de la matriz FINE, se logra identificar 5 actividades con nivel de riesgo alto, las cuales serán evaluadas con las metodologías respectivas como figuran en la Tabla 3.3 y, de esta forma, encontrar los factores necesarios para poder realizar las propuestas de mejoras requeridas. Debido a los resultados obtenidos en el diagrama Pareto, se demuestra que no es relevante la evaluación de las condiciones térmicas mediante el uso del método FANGER.

Tabla 3.3 Puestos críticos y métodos de evaluación a utilizar

Puestos Críticos	Actividades	Método NIOSH	Método REBA	Método OCRA
Puesto de Corte	Colocar láminas de acero en guillotina	Aplica	Aplica	Aplica
Puesto de Ensamble	Cargar las partes (tubos y láminas)	Aplica	Aplica	Aplica
	Apuntalado con soldadura	No Aplica	Aplica	Aplica
Puesto de Pintado	Cargar tubos a la mesa de trabajo	Aplica	Aplica	Aplica
Puesto de Acabado y Acondicionado	Cargar componentes (asientos, luces, vidrios, etc.)	Aplica	Aplica	Aplica

Elaboración Propia

3.7 Evaluación de las actividades críticas

Luego de haber seleccionado las herramientas ergonómicas a utilizar, se procede a aplicar cada una para la evaluación de las actividades críticas identificadas. Se utiliza las mediciones realizadas en la planta e información otorgada por la empresa como datos para calcular los puntajes totales para demostrar si una actividad necesita una corrección inmediata.

3.7.1 Puesto de Corte

En el puesto se realiza el corte de las láminas de acero, las cuales serán posteriormente tratadas para formar parte de la estructura del producto. Se consideró la actividad 1 por poseer un grado de riesgo alto hacia los operarios y se evaluará a continuación con las herramientas establecidas.

Actividad 1: Cargar láminas de acero

El operario recoge las láminas de acero de aproximadamente 20kg a cortar desde la pila de parihuelas al costado de su puesto y las desplaza al empujar o jalar a través de los 3 cilindros previamente posicionados por él mismo. Las láminas se trasladan a la mesa de la Figura 3.9 para ser colocadas en la guillotina para la siguiente actividad.



Figura 3.9 Actividad 1: Cargar láminas de acero

Fuente: La Empresa



Figura 3.10 Medidas de la Actividad 1
Fuente: La Empresa
Elaboración propia

En la Figura 3.10 se muestran las medidas realizadas en el operario de la actividad 1 para utilizar como dato en las metodologías de evaluación a aplicar a continuación:

Método NIOSH

Para esta evaluación, se necesita primero hallar la distancia vertical y horizontal del punto de origen y destino de la carga. En la Figura 3.11 se muestra la medición realizada al operario, mientras que en las Figuras 3.12 y 3.13 se brinda la información de los datos particulares de la tarea, carga, tiempos y condiciones de levantamiento.

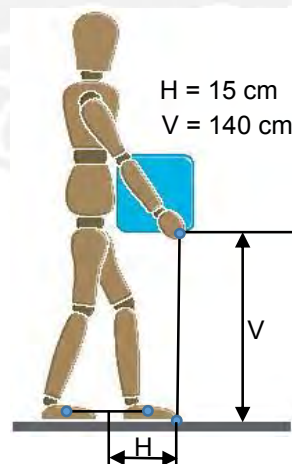


Figura 3.11 Distancia Vertical y Horizontal de la Actividad 1
Elaboración propia

Datos particulares de la tarea			
Existe control de la carga en el destino <input type="checkbox"/>			?
Distancias y ángulos en el Origen del levantamiento		Distancias y ángulos en el Destino del levantamiento	
Distancia Vertical (V)	140	cm	?
Distancia Horizontal (H)	Menos de 25	cm	?
Ángulo de Asimetría (A)	40	°	?
Carga y agarre			
Peso de la carga	20	Kg	
Tipo de agarre	Regular		?
Tiempos			
Levantamientos por minuto	2		?
Tiempo de recuperación <input type="radio"/> >=72 minutos <input type="radio"/> >18 y <72 minutos <input type="radio"/> Pausas estándar			?

Figura 3.12 Datos particulares de la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas

Condiciones de levantamiento	
La ecuación de Niosh establece una serie de condiciones que la tarea debe cumplir para poder valorar el riesgo con exactitud. Indica si se da alguna de estas circunstancias que podrían provocar una infravaloración del riesgo calculado.	
El levantamiento es llevado a cabo por más de una persona	<input type="checkbox"/>
El levantamiento se realiza con una sola mano	<input type="checkbox"/>
El trabajador está sentado	<input type="checkbox"/>
El trabajador está arrodillado	<input type="checkbox"/>
La flexión de las rodillas en el levantamiento es mayor de 15°	<input type="checkbox"/>
El trabajador desplaza la carga más de 3 pasos	<input checked="" type="checkbox"/>
El trabajador sostiene la carga algunos segundos	<input type="checkbox"/>
El trabajador asciende o desciende sosteniendo la carga	<input type="checkbox"/>
El trabajador empuja o tira de la carga más del 10% del tiempo de actividad	<input checked="" type="checkbox"/>
El espacio disponible para el levantamiento es reducido	<input type="checkbox"/>
El levantamiento se realiza con ayuda de carretillas o palas	<input type="checkbox"/>
La carga es inestable, o su centro de gravedad variable	<input type="checkbox"/>

Figura 3.13 Condiciones de levantamiento para la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas

Para poder realizar el cálculo de la ecuación se necesitan hallar los valores de los 6 factores multiplicadores: Distancia Horizontal (HM), Posición Vertical (VM), Desplazamiento (DM), Asimetría (AM), Frecuencia (FM) y Agarre (CM). En los anexos adjuntos a este documento se explica el procedimiento para hallarlos de manera manual, aunque para este estudio se ha simplificado utilizando la

herramienta actualizada de Ergonautas para obtener el resultado de todos los factores necesarios, dicho resultado se presenta en la Figura 3.14.

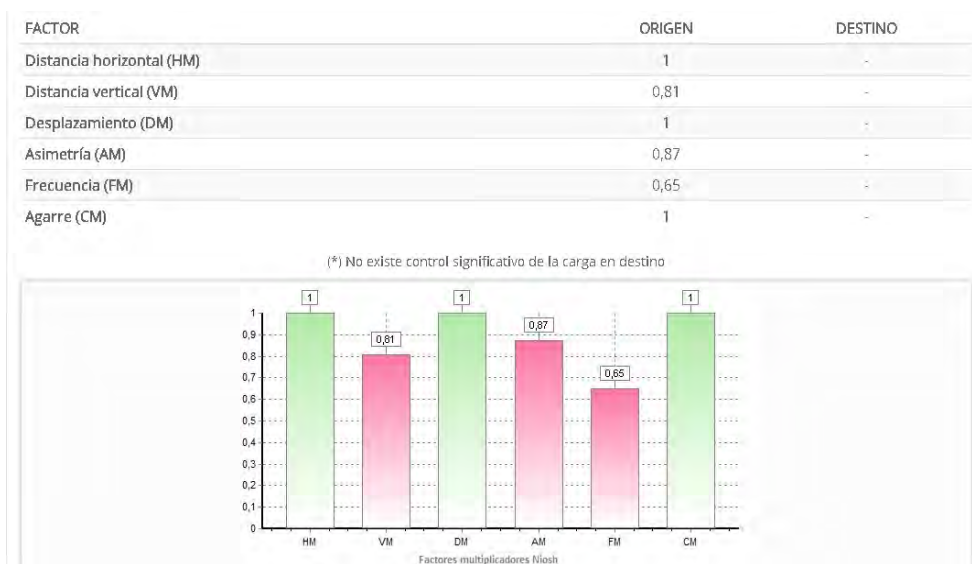


Figura 3.14 Resultado de los factores multiplicadores para la Actividad 1 Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas



Figura 3.15 Resultado ecuación NIOSH para la Actividad 1 Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas

Además, se obtuvo, mediante uso de la misma herramienta, el resultado mostrado en la Figura 3.15 de la ecuación NIOSH con un valor de 1.91, el cual corresponde a un riesgo medio.

Método REBA

En este punto se realizará la evaluación respecto al nivel de postura forzada de la actividad dividiendo el análisis en 2 grupos. El primero se presenta en las Figuras 3.16, 3.17 y 3.18 sobre el grupo A, el cual comprende las partes del cuello, tronco y piernas. Se observa una inclinación mínima del cuello y rodillas, mientras que el tronco sí llega a doblarse en -20° a 20° y se tuerce realizando la actividad.

- **Grupo A: Cuello, tronco y extremidades inferiores**

Posición del cuello

Indica el ángulo de flexión del cuello del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

☒ El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.
☐ El cuello está extendido o flexionado más de 20 grados.



El cuello está entre 0 y 20 grados de flexión.



El cuello está extendido o flexionado más de 20 grados.

Indica o selecciona la imagen, si...

☐ Existe torsión o inclinación lateral del cuello.




Existe torsión o inclinación lateral del cuello.

Figura 3.16 Evaluación de la Posición del Cuello en la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas


Posición del tronco

Indica el ángulo de flexión del tronco del trabajador o selecciona la imagen correspondiente


☐ El tronco está erguido.
☒ El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
☐ El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
☐ El tronco está flexionado más de 60 grados.




El tronco está erguido.



El tronco está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.




El tronco está entre 20 y 60 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.



Tronco flexionado más de 60 grados.

Indica o selecciona la imagen, si...

☒ Existe torsión o inclinación lateral del tronco.




Existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Figura 3.17 Evaluación de la Posición del Tronco en la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas


Posición de las piernas

Indica la posición de las piernas del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

☒ Soporte bilateral, andando o sentado.
☐ Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.



Soporte bilateral, andando o sentado.




Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable.


Indica o selecciona la imagen, si...

☒ Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.

☐ Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).



Existe flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°.



Existe flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente).

Figura 3.18 Evaluación de la Posición de las piernas en la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas


Luego, se analiza el grupo B correspondiente a las extremidades superiores como el brazo en la Figura 3.19, el antebrazo en la Figura 3.20 y la muñeca en la Figura 3.21 con sus posiciones y desviaciones respectivas.

- **Grupo B: Extremidades superiores**


Posición del brazo

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente


☐ El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 0 y 20 grados de extensión.
☒ El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
☐ El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
☐ El brazo está flexionado más de 90 grados.




El brazo está entre 0 y 20 grados de flexión o 20 grados de extensión.



El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.



El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.




El brazo está flexionado más de 90 grados.

Indica o selecciona la imagen, si... (pueden darse varias de estas situaciones simultáneamente)


☒ El brazo está abducido o rotado.

☐ El hombro está elevado.


☒ Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.



El brazo está abducido o rotado.



El hombro está elevado.



Existe un punto de apoyo.

Figura 3.19 Evaluación de la Posición del Brazo en la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas

Posición del antebrazo

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

☒ El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
☐ El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.



El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.

Figura 3.20 Evaluación de la Posición del Antebrazo en la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas

Posición de la muñeca

Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

☒ La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
☐ La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.



La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.

Indica o selecciona la imagen, si...

☐ Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.



Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

Figura 3.21 Evaluación de la Posición de la Muñeca en la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas

Se procede en las Figuras 3.22 y 3.23 con la evaluación de las fuerzas ejercidas y la calidad de agarre correspondiente a la actividad. Cabe destacar de estos datos que el peso de la carga es mayor a los 10kg y que el agarre de la manipulación de la carga es de tipo regular.

- **Fuerzas**

Actividad muscular y fuerzas

Tipo de actividad muscular

Indica si se dan algunas de estas circunstancias...

☐ Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto.

☒ Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar).

☐ Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables.

Fuerzas ejercidas

Indica las fuerzas ejercidas por el trabajador

☐ La carga o fuerza es menor de 5 kg.
 ☐ La carga o fuerza está entre 5 y 10 Kgs.
 ☒ La carga o fuerza es mayor de 10 Kgs.

Figura 3.22 Evaluación de la Actividad muscular y fuerzas de la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas

Agarre de la carga

Calidad del agarre

Indica las características del agarre de la carga...

☐ Agarre Bueno (el agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio).
 ☒ Agarre Regular (el agarre con la mano es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo).
 ☐ Agarre Malo (el agarre es posible pero no aceptable).
 ☐ Agarre Inaceptable (el agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo).

Agarre Bueno

Agarre Regular

Agarre Malo

Ejemplos de diferentes tipos de agarres.

Figura 3.23 Evaluación del Agarre de la Carga de la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas

En la Figura 3.24 se presentan las puntuaciones parciales de los 2 grupos evaluados más el puntaje por fuerza ejercida y calidad de agarre para mejor visualización de los riesgos por posturas forzadas.

Puntuaciones parciales											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Grupo A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cuello</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Tronco</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Piernas</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Puntuación del Grupo A</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>		Grupo A		Cuello	1	Tronco	3	Piernas	2	Puntuación del Grupo A	4
Grupo A											
Cuello	1										
Tronco	3										
Piernas	2										
Puntuación del Grupo A	4										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Grupo B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Brazo</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Antebrazo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Muñeca</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Puntuación del Grupo B</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		Grupo B		Brazo	2	Antebrazo	1	Muñeca	1	Puntuación del Grupo B	1
Grupo B											
Brazo	2										
Antebrazo	1										
Muñeca	1										
Puntuación del Grupo B	1										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Fuerzas y calidad de agarre</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Fuerzas ejercidas</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Calidad de agarre</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		Fuerzas y calidad de agarre		Fuerzas ejercidas	2	Calidad de agarre	1				
Fuerzas y calidad de agarre											
Fuerzas ejercidas	2										
Calidad de agarre	1										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Puntuaciones A y B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Puntuación A</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Puntuación B</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		Puntuaciones A y B		Puntuación A	6	Puntuación B	2				
Puntuaciones A y B											
Puntuación A	6										
Puntuación B	2										
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Puntuación C y Tipo de Actividad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Puntuación C</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Tipo de Actividad</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>		Puntuación C y Tipo de Actividad		Puntuación C	6	Tipo de Actividad	1				
Puntuación C y Tipo de Actividad											
Puntuación C	6										
Tipo de Actividad	1										

**Figura 3.24 Resumen método REBA de la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas**

Mediante estos puntajes parciales, la herramienta utilizada calcula el resultado de la evaluación REBA en la figura 3.25, devolviendo un valor 7 correspondiente a un nivel de riesgo Medio.

Resultado	
Puntuación REBA 7	
Nivel de Riesgo:	Riesgo Medio
Nivel de Actuación:	Nivel de actuación 2 Es necesaria la actuación

**Figura 3.25 Resultado método REBA de la Actividad 1
Evaluación Propia utilizando Software de Ergonautas**

Método OCRA

○ Factor de Recuperación (FR)

Debido a que están establecidos 2 operarios para la jornada laboral en esta actividad, ocupan largos períodos de tiempo en su puesto. Se ha identificado que aproximadamente se toman unas cuatro interrupciones de 8-10 minutos durante el turno de trabajo. Por lo tanto, según la Tabla 3.4, el factor de recuperación tendría un valor de 2.

Tabla 3.4 Factor de Recuperación de la Actividad 1

Factor de Recuperación	Puntos
Existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (contando el descanso del almuerzo) o el periodo de recuperación está incluido en el ciclo.	0
Existen 2 interrupciones por la mañana y 2 por la tarde (además del descanso del almuerzo) de al menos 7-10 minutos para un movimiento de 7-8 horas; o bien existen 4 interrupciones del movimiento (además del descanso del almuerzo); o cuatro interrupciones de 8-10 minutos en un movimiento de 7-8 horas; o bien al menos 4 interrupciones por movimiento (además del descanso del almuerzo); o bien 4 interrupciones de 8/10 minutos en un movimiento de 6 horas.	2
Existen 2 pausas, de al menos 8-10 minutos cada una para un movimiento de 6 horas (sin descanso para el almuerzo); o bien existen 3 pausas, además del descanso para el almuerzo, en un movimiento de 7-8 horas.	3
Existen 2 pausas, además del descanso para almorzar, de entre 8 y 10 minutos cada una para un movimiento de entre 7 y 8 horas (o 3 pausas sin descanso para almorzar); o 1 pausa de al menos 8-10 minutos en un movimiento de 6 horas.	4
Existe una única pausa, de al menos 10 minutos, en un movimiento de 7 horas sin descanso para almorzar; o en 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	6
No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de movimiento.	10

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 243, 2012)

○ Factor de Frecuencia (FF)

La frecuencia en la cual el operario realiza esta actividad de manera constante y con descansos cortos. Debido a que se debe desplazar las láminas por encima de los barriles cilíndricos, se realizan varios movimientos de brazos para manipular la carga y se asumirá por la Tabla 3.5 más de 40 acciones por minuto.

Tabla 3.5 Acciones técnicas dinámicas en la Actividad 1

Acciones técnicas dinámicas	Puntos
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permite bajo ningún concepto las pausas.	10

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 244, 2012)

○ **Factor de Fuerza (FFz)**

Para poder trasladar las planchas de acero desde el depósito cercano a la mesa de trabajo se necesita ejercer un esfuerzo significativo con los brazos, el cual según la Tabla 3.6 se calificará como una intensidad del esfuerzo Duro. Esta fuerza moderada en la actividad se realiza más de la mitad del tiempo a lo largo de su duración, por lo que en la Tabla 3.7 se tiene un valor de 6.


Tabla 3.6 Intensidad del esfuerzo de la Actividad 1

Intensidad del esfuerzo	Escala de Borg CR-10
Ligero	<=2
Un poco duro	3
Duro	4-5
Muy duro	6-7
Cercano al máximo	>7

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 246, 2012)

Tabla 3.7 Duración de la Fuerza en la Actividad 1

Fuerza moderada (3-4 puntos en la escala CR-10 de Borg)		
Duración		Puntos
1/3 del tiempo.		2
Más o menos la mitad del tiempo.		4
Más de la mitad del tiempo.		6
Casi todo el tiempo.		8

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 246, 2012)

○ **Factor de Posturas y Movimientos (FP)**

En este punto se evaluará las posturas asociadas a las partes del cuerpo del operario como el hombro, el codo, la muñeca y las manos. Los brazos permanecen ligeramente elevados más de la mitad del tiempo y sin apoyo, por lo que en la Tabla 3.8 le corresponde un valor de 1, mientras que en la Tabla 3.9 se define un valor de 4, debido a que los codos realizan movimientos repentinos más de la mitad del tiempo. En el caso de las muñecas, en la Tabla 3.10 se ha otorgado a la postura un puntaje de 2, ya que éstas permanecen dobladas adoptando posturas forzadas al menos 1/3 del tiempo. Por otro lado, se identificó, según la Tabla 3.11, que el operario realiza un agarre en gancho y la duración de tal es mayor a la mitad del tiempo de la actividad dando un puntaje de 4 en la Tabla 3.12. Por último, para el factor de postura respecto a los movimientos estereotipados se identifica una repetición de movimientos idénticos del hombro, codo y muñeca casi todo el tiempo, lo cual agrega un valor de 3 puntos según la Tabla 3.13.

Tabla 3.8 Postura de los Hombros en la Actividad 1

Hombro	Puntos
Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.	
El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo.	1
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo.	2
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo.	6
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo.	12
Los brazos se mantienen a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo.	24

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 248, 2012)

Tabla 3.9 Postura de los Codos en la Actividad 1

Codo	Puntos
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo.	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo.	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo.	8

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 249, 2012)

Tabla 3.10 Postura de las Muñecas en la Actividad 1

Muñeca	Puntos
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo.	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo.	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo.	8

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 249, 2012)


Tabla 3.11 Tipos de Agarre en la Actividad 1

Agarre
Los dedos están apretados (agarre en pinza o pellizco).
La mano está casi abierta (agarre con la palma de la mano).
Los dedos están en forma de gancho (agarre en gancho).

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 249, 2012)

Tabla 3.12 Factor de Postura para el Agarre en la Actividad 1

Duración		Puntos
Alrededor de 1/3 del tiempo		2
Más de la mitad del tiempo		4
Casi todo el tiempo		8

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 249, 2012)

Tabla 3.13 Movimientos estereotipados en la Actividad 1

Movimientos estereotipados	Puntos
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos al menos 2/3 del tiempo (o el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre sí).	1.5
Repetición de movimientos idénticos del hombro y/o codo, y/o muñeca, y/o dedos casi todo el tiempo (o el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos, todas las acciones técnicas se realizan con los miembros superiores. Las acciones pueden ser diferentes entre sí).	3

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 250, 2012)

○ **Factor de Riesgos Adicionales (FC)**

Además, para esta evaluación se debe considerar para adicionar al puntaje final riesgos adicionales presentes, entre los cuales se identificó que no se usaba de manera constante los guantes de protección y otros factores adicionales concurrentes. El puntaje se puede apreciar en la Tabla 3.14.

Tabla 3.14 Factores Adicionales en la Actividad 1

Factores adicionales	Puntos
Se utilizan guantes inadecuados (que interfieren en la destreza de sujeción requerida por la tarea) más de la mitad del tiempo.	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 2 veces por minuto o más.	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 10 veces por hora o más.	2
Existe exposición al frío (a menos de 0 grados centígrados) más de la mitad del tiempo.	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más.	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel alto 1/3 del tiempo o más.	2
Las herramientas utilizadas causan compresiones en la piel (enrojecimiento, callosidades, ampollas, etc.).	2
Se realizan tareas de precisión más de la mitad del tiempo (tareas sobre áreas de menos de 2 o 3 mm).	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo.	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo.	3

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 250, 2012)

Para obtener el resultado del método OCRA, se necesita identificar el valor del multiplicador de duración, el cual se puede hallar en la relación de la Tabla 3.15. Se sabe que el tiempo de la actividad está en el intervalo entre 60-120 minutos, por lo que el valor del multiplicador es 0.5.

○ **Resultado del método**

Obtenido el puntaje de los factores multiplicadores y el valor del multiplicador de duración, se calcula el valor de la evaluación del método OCRA en la Actividad 1, el cual se presenta en un resumen de dichos factores en la Tabla 3.16. Con este resultado, en la Tabla 3.17 se ubica el nivel de riesgo de la actividad.

Tabla 3.15 Duración Real de movimiento en la Actividad 1

Duración real del movimiento	Multiplicador de duración
60-120 minutos	0.5
121-180 minutos	0.65
181-240 minutos	0.75
241-300 minutos	0.85
301-360 minutos	0.925
361-420 minutos	0.95
421-480 minutos	1
> 480 minutos	1.5

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 252)

Tabla 3.16 Resumen de los Factores Multiplicadores de la Actividad 1

Factores de Evaluación del Método OCRA	Valor
Factor de Recuperación de la Actividad 1	2
Factor de Frecuencia de la Actividad 1	3
Intensidad del esfuerzo de la Actividad 1	4
Duración de la fuerza de la Actividad 1	6
Postura del hombro de la Actividad 1	1
Postura del codo de la Actividad 1	4
Postura de la muñeca de la Actividad 1	2
Duración postura de la Actividad 1	4
Movimientos estereotipados de la Actividad 1	3
Factores adicionales de la Actividad 1	3
Duración real del movimiento de la Actividad 1	0.5
Resultado de la Evaluación de la Actividad 1	16

Elaboración Propia

Tabla 3.17 Resultados OCRA de la Actividad 1

Índice Check List OCRA	Riesgo	Acción sugerida
Menor o igual a 5	Óptimo	No se requiere
Entre 5.1 y 7.5	Aceptable	No se requiere
Entre 7.6 y 11	Muy ligero	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto
Entre 11.1 y 14	Ligero	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Entre 14.1 y 22.5	Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
Más de 22.5	Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

Elaboración Propia

Fuente: Asencio-Cuesta (pág. 252)

El cálculo de las metodologías de evaluación ergonómicas NIOSH, REBA y OCRA de las actividades críticas restantes se presentan en el Anexo 8 adjunto a esta tesis con el mismo procedimiento aplicado en la Actividad 1.

Luego de haber evaluado todos los puestos críticos, se procede a realizar un cuadro resumen de los resultados encontrados en los métodos aplicados y se define un nivel de criticidad en la Tabla 3.18.

Tabla 3.18 Resumen de Resultados de los Métodos aplicados

Puesto	Actividad	Resultado del método NIOSH	Resultado del método REBA	Resultado del método OCRA	Riesgo de la Actividad
Corte	Cargar láminas de acero	Riesgo Medio: 1.91	Riesgo Medio: 7	Riesgo Medio: 16	Criticidad Mediana
Ensamble	Cargar las partes (tubos y láminas)	Riesgo Medio Alto: 2.13	Riesgo Muy Alto: 11	Riesgo Ligero: 12.8	Crítico
Ensamble	Apuntalado con soldadura		Riesgo Muy Alto: 13	Riesgo Medio: 15.3	Crítico
Pintado	Cargar tubos a mesa de trabajo	Riesgo Medio: 1.99	Riesgo Muy Alto: 11	Riesgo Ligero: 13.8	Crítico
Acabado y Acondicionado	Cargar componentes (asientos, luces, vidrios, etc.)	Riesgo Medio Alto: 2.49	Riesgo Muy Alto: 11	Riesgo Medio: 20.3	Crítico

Elaboración Propia

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORA Y PLAN DE IMPLANTACIÓN

Después de utilizar las metodologías de evaluación NIOSH, REBA y OCRA, se procede a analizar los resultados obtenidos del capítulo anterior para implementar mejoras ergonómicas. Se busca en esta sección mostrar las mejoras propuestas y el impacto que conlleva la implementación de éstas en la empresa. Además, se describirá cómo y en cuánto tiempo se aplicarán las mejoras en un plan de implementación.

Para complementar estas propuestas de mejora es importante considerar lo siguiente:

- Debe existir responsabilidad y compromiso de los trabajadores en aplicar y seguir las propuestas dadas.
- Debe haber un compromiso de la alta gerencia con respecto a las mejoras presentadas considerando los recursos como tiempo y capital a invertir.
- Explicar y difundir los beneficios y metas que se busca lograr con cada propuesta.
- Se toma en cuenta el bajo capital actual disponible de la empresa para proyectos, por lo que se busca proponer mejoras con el menor costo posible y obtener mayor ahorro.
- Capacitación constante a los operarios para realizar las actividades.

4.1 Mejoras en el puesto de Corte

Con el fin de obtener una solución a los riesgos disergonómicos hallados en el capítulo anterior, se deberá identificar qué puntos necesitan un control inmediato en la actividad crítica. De esta forma, se continuará con las propuestas de mejora del área.

4.1.1 Identificación de los puntos a controlar en el puesto de Corte

En este punto se analizan las partes del cuerpo del operario y se identifican cuáles son las más afectadas para determinar las respectivas correcciones en el puesto de Corte.

Actividad 1: Cargar láminas de acero

Para esta actividad de carga, se ha obtenido en la evaluación un riesgo medio en los métodos NIOSH, REBA y OCRA. Esto se debe a que ya existen componentes que apoyen al operario en trasladar las láminas de acero a la mesa de trabajo, los cuales son los cilindros colocados por el trabajador para arrastrar el material por encima. Sin embargo, el operario sigue realizando un esfuerzo medio y realiza muchos movimientos para esta tarea, por lo que se pueden realizar algunas mejoras correctivas.

En el caso del resultado de la evaluación REBA, se identifica las partes del cuerpo que son más afectadas para el operario mediante el desarrollo de gráficas que muestren los límites establecidos del método y comparando con el puntaje obtenido. El gráfico se puede visualizar en la Figura 4.1 y se realizó a través de las tablas de evaluación del método adjuntadas en el Anexo 9.

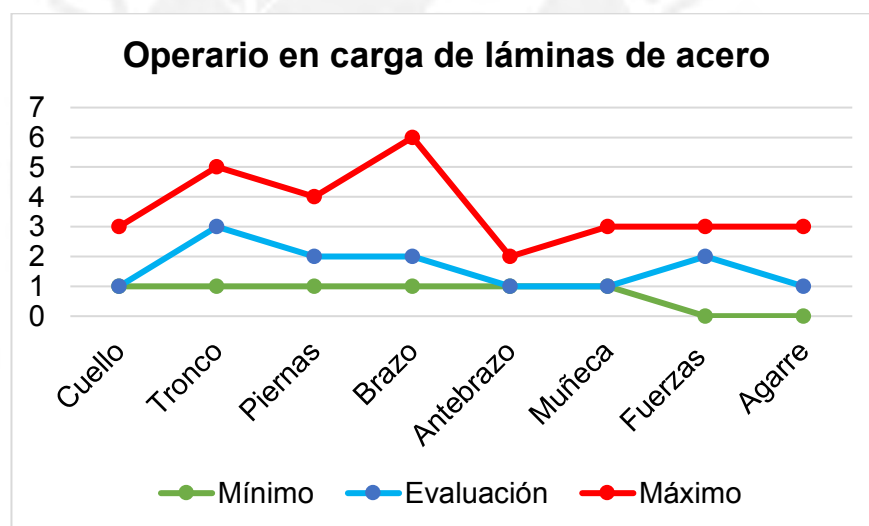


Figura 4.1 Comparación de la Actividad 1 según método REBA
Elaboración Propia

Según la gráfica, las partes más afectadas serían el tronco, piernas y brazos del operario, mientras que es significativa la fuerza ejercida para trasladar las láminas de acero y la calidad de agarre dificulta la tarea. Esto se debe a que el operario no recibe mayor apoyo al realizar esta tarea ni realiza sus movimientos previniendo sobreesfuerzos o malas posiciones. Se comprueba según estudios realizados por la INSHT, los cuales dicen que en el sector industria entre las partes más afectadas está el tronco de los operarios desde la zona lumbar. Esto se puede observar en el Anexo 10.

4.1.2 Propuestas de mejora específicas para el puesto de Corte

Al identificar las dos partes más afectadas, se procede a definir propuestas para reducir el riesgo disergonómico en los operarios del puesto de Corte.

Actividad 1: Cargar láminas de acero

En esta tarea de carga de láminas de acero el operario debe trasladarse hacia el depósito de materiales mostrado en la Figura 4.2, posicionar los barriles cilíndricos y trasladar uno a uno las láminas que necesita para realizar el corte en guillotina. Las láminas son previamente colocadas en parihuelas de 1200x800mm al momento de llegar a la empresa mediante un montacargas y se repite cada vez que se busque abastecer.



Figura 4.2 Depósito de láminas de acero

Fuente: La Empresa

Sin embargo, se realiza un esfuerzo considerable por la distancia de 3 metros aproximados que debe trasladar las láminas a la guillotina y al posicionar 3 a 4 barriles siempre que se quiera realizar la actividad. Según González (2008), al momento de realizar medidas correctivas para levantamiento y manipulación de cargas se debería planificar el levantamiento, usar apoyo mecánico preciso siempre de ser necesario y siempre tomar en consideración los riesgos de la carga. Considerando estos puntos, se proponen las siguientes mejoras:

- Compra y adquisición de 2 bases rodantes para palets de estructura tubular de acero soldado con manija de empuje y frenos en las ruedas. Estos poseen un largo de 1255mm y ancho de 855mm resistiendo hasta una carga máxima de 1000kg, por lo cual podrá contener los actuales palets de 1200x800mm. Esto ayudará al operario trasladar las láminas de acero con menor esfuerzo

a su puesto de trabajo y optimiza el espacio a utilizar eliminando los barriles cilíndricos. En la Figura 4.3 se muestran las bases rodantes descritas:



Figura 4.3 Bases rodantes para palets

Fuente: COMANSA

- En el caso de EPPs (Equipos de Protección Personal), se considera el uso de los necesarios para realizar la tarea de manera óptima. Actualmente, la empresa brinda a todos sus operarios cascos y protectores auditivos al igual que cada operario posee sus botas de punta reforzada; sin embargo, no se dispone de guantes de protección para mejorar el agarre para los operarios que manipulen las láminas de acero. Por lo que se propone abastecer a la empresa con guantes de protección especializados para metalmecánica y promover su uso durante la realización de las actividades. En la Figura 4.4, se muestra un guante anti-corte de fibra de polietileno utilizado bastante en la industria.



Figura 4.4 Guantes anti-corte

Fuente: PROSAC

4.2 Mejoras en los puestos de Ensamble

Al igual que en el puesto de Corte, se identificarán las zonas más afectadas para proponer mejoras en las actividades críticas en el área de Ensamble y así reducir las consecuencias causadas por los riesgos disergonómicos.

4.2.1 Identificación de los puntos a controlar en los puestos de Ensamble

Se repite el proceso de analizar los puntos a controlar y se identifica las partes más afectadas para las actividades 20 y 23 en los puestos de Ensamble.

Actividad 20: Cargar las partes (tubos y láminas)

El operario en esta actividad presenta, según la metodología REBA, un riesgo muy alto al realizar la carga de tubos y láminas hacia su mesa de trabajo. En la Figura 4.5, se observa un mayor esfuerzo significativo en las partes superiores del cuerpo como el brazo, antebrazo y muñeca, lo cual se debe al procedimiento de carga actual y la falta de apoyo mecánico que se le da al operario. Esto también se aplica para el puntaje alto en las fuerzas ejercidas y la calidad del agarre que no es ideal para la salud del operario. Cabe destacar que a largo plazo el cuello, tronco y piernas pueden sufrir de dolores y trastornos musculoesqueléticos, si no se toman las medidas correctivas.

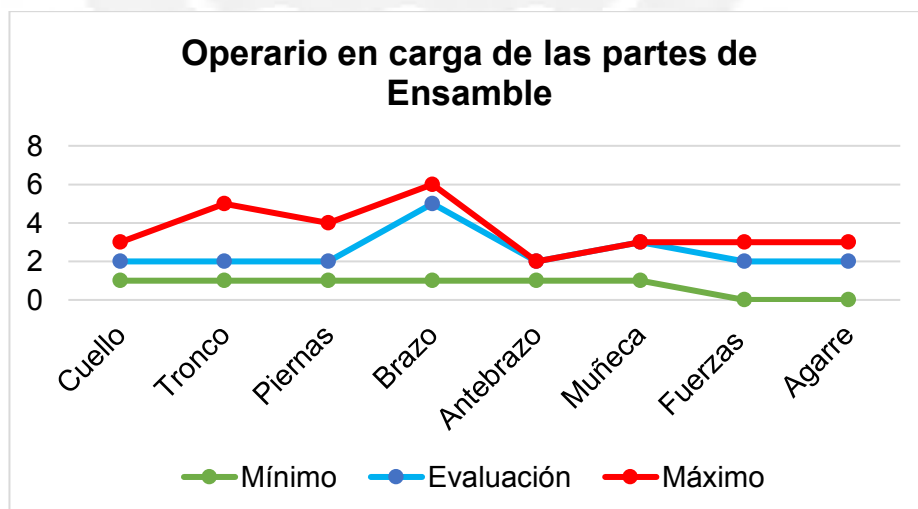


Figura 4.5 Comparación de la Actividad 20 según método REBA
Elaboración Propia

Actividad 23: Apuntalado con soldadura

Para la actividad de apuntalado con soldadura en el área de Ensamble se visualiza en la Figura 4.6 un riesgo muy alto, debido a las posiciones extremas que realiza el operario principalmente en su cuello, tronco y piernas. Esto se debe a que debe realizar el apuntalado a variadas zonas del ómnibus, las cuales gran mayoría son difíciles de alcanzar u ocasionan que el operario deba tomar variadas posiciones. Además, por la dificultad de alcance en la actividad, los brazos y muñecas poseen un puntaje medio que debería tratarse para no afectar la salud del trabajador.

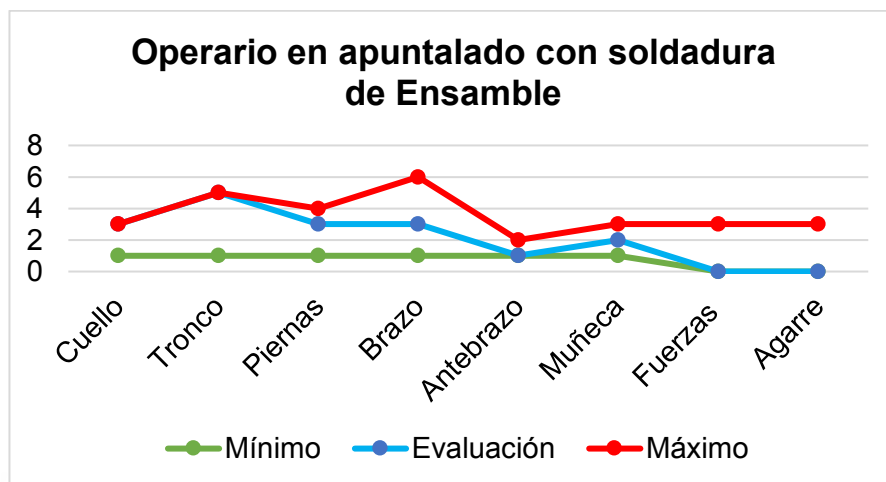


Figura 4.6 Comparación de la Actividad 23 según método REBA
Elaboración Propia

Cabe destacar que esta operación se realiza de pie y sin una mesa específica de trabajo, ya que se realiza tanto en el exterior como interior del vehículo. Esto complica la posición del operario y ocasiona que necesite pautas para descansar previniendo fatigas o que aumente el riesgo disergonómico.

4.2.2 Propuestas de mejora específicas para los puestos de Ensamble

Se procede a proponer propuestas de mejora para las actividades críticas del puesto de Ensamble para reducir el grado de riesgo.

Actividad 20: Cargar las partes (tubos y láminas)

- Se recomienda la adquisición de un carro de plataforma con tirador para el transporte manual de las partes a ensamblar, el cual se observa en la Figura 4.7. Con el apoyo de este equipo con ruedas giratorias con freno y ruedas fijas más la capacidad de hasta 600 kg de carga el operario podrá desplazar varios elementos necesarios al mismo tiempo con un mejor agarre y sin

utilizar tanto esfuerzo. Además, debido a la forma y altura del tirador, se logra que las partes afectadas identificadas sufran menor riesgo al realizar esta actividad. Las especificaciones del carro serán 1120mm de largo, 709mm de ancho, 990mm de altura y un peso de 35kg.



Figura 4.7 Carro de plataforma con tirador

Fuente: COMANSA

- Debido al esfuerzo al realizar el levantamiento y manipulación de las partes para ensamble, si la postura del operario no es controlada o apoyada con algún control, esto puede resultar perjudicial para su cuerpo. Por lo que, se propone el uso de fajas de protección lumbar para todo operario que realice cargas de este tipo tal como las presentada en la Figura 4.8. Este equipo de protección personal es de uso especializado para personas en trabajos de carga, cuenta con tirantes diseñados para ayudar al operario a mantener una postura correcta reduciendo la probabilidad de sufrir lesiones en la columna vertebral, músculos y nervios.



Figura 4.8 Faja de protección lumbar

Fuente: PROSAC

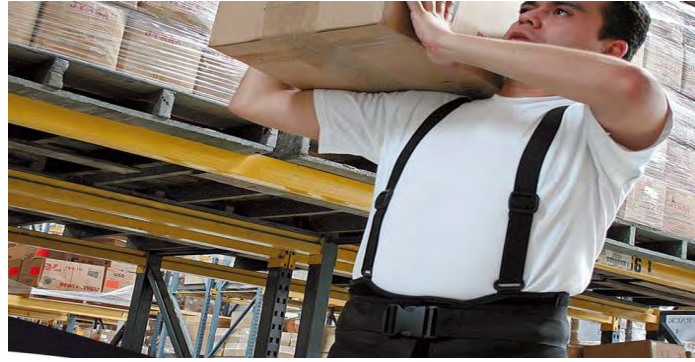


Figura 4.9 Levantamiento correcto con Faja de protección

Fuente: MediShop

Actividad 23: Apuntalado con soldadura

- Debido a que las partes más afectadas son el cuello, tronco y piernas por la posición forzada que el cuerpo del operario se encuentra y el tiempo prolongado que se permanece en ella, se debe realizar una mejora en el procedimiento del puesto de apuntalado. Se debe evitar que el operario doble la espalda y el cuello de esa manera para prevenir esta postura perjudicial y debe tomar posturas más cómodas por su bienestar posicional. Cuando la zona se encuentre por debajo de la cintura del operario, es recomendable que se arrodille para realizar esta actividad considerando pautas y levantándose al menos 10 veces por hora previniendo fatigas en las piernas. En el caso de realizar la actividad a pie, se deben respetar los descansos preventivos para que el brazo y muñeca del operario no realicen un esfuerzo muy prolongado. Para lograr esta mejora, el ingeniero encargado de realizar las capacitaciones se enfocará un parte de sus charlas a preparar a los soldadores a tomar las posturas correctas descritas. En la Figura 4.9 se muestra la postura actual y se compara con la postura propuesta.



Figura 4.10 Postura Actual vs Postura Propuesta

Elaboración Propia

- Otro factor importante para evitar fatigas e incomodidades en las partes del cuerpo del operario es utilizar los correctos equipos de protección personal. En el enfoque ergonómico, se recomienda el uso obligatorio de guantes de soldador, como los mostrados en la Figura 4.10, para reducir el riesgo ergonómico en las muñecas, mejorar el agarre y fortalecer la resistencia al calor. Por otro lado, la ropa de trabajo debe ser ligera de pura lana o algodón ignífugo por temas de seguridad. De esta forma, el trabajador logra realizar su actividad con vestimenta apropiada que no perjudica su rendimiento y permite que las partes de cuerpo se muevan cómodamente.



Figura 4.11 Guante de soldadura

Fuente: COMANSA

4.3 Mejoras en los puestos de Pintado

En este punto, se analizarán los resultados hallados de la actividad crítica de los puestos de Pintado. Se evaluará gráficamente los puntajes obtenidos por el método REBA y se propondrá soluciones para prevenir los riesgos disergonómicos.

4.3.1 Identificación de los puntos a controlar en los puestos de Pintado

Se identifican los puntos críticos de la actividad a corregir de los puestos de Pintado mediante el análisis según el método REBA.

Actividad 28: Cargar tubos a mesa de trabajo

En la Figura 4.11 se observa una gran similitud a los resultados obtenidos en la actividad de carga de láminas y tubos en el área de Ensamble, porque en ambos se desplazan materiales de peso moderado hacia sus respectivos puestos de trabajo.

Al igual que en la actividad anterior, no existen medidas ni procedimientos que prevengan que el operario traslade el material sin apoyo mecánico o realice un esfuerzo significativo. Durante la carga existe un alto riesgo que aparezcan malestares o enfermedades ocupacionales en el operario por tener una postura incorrecta.

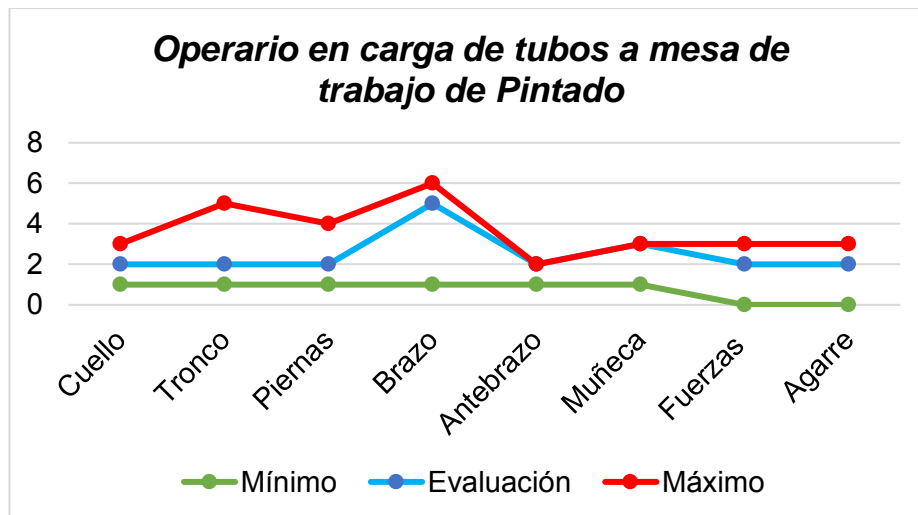


Figura 4.12 Comparación de la Actividad 28 según método REBA
Elaboración Propia

4.3.2 Propuestas de mejora específicas para los puestos de Pintado

Debido al resultado del análisis comparativo, se demuestra que las partes más afectadas son los antebrazos, brazos y muñecas. Por lo que se recomienda propuestas de corrección para disminuir el esfuerzo en esas zonas.

Actividad 28: Cargar tubos a mesa de trabajo

- Al igual que en el área de ensamble, debido a que se manipulan componentes similares, se recomienda la adquisición de otro carro de plataforma con tirador de las mismas especificaciones para poder desplazar los materiales de un área al puesto de pintado.
- De la misma forma, en caso el operario necesite transportar de forma manual un tubo en específico, se recomienda el uso obligatorio de las Fajas de protección lumbar como las propuestas en la actividad 20.

4.4 Mejoras en los puestos de Acabado y Acondicionado

A continuación, se procede a identificar las zonas más afectadas del cuerpo del operario para la actividad crítica hallada en el área de Acabado y Acondicionado. De

esta forma, se plantearán las alternativas para mejorar la calidad de trabajo del operario y prevenir que la empresa baje su productividad o aumente sus costos por horas perdidas de operarios con trastornos musculoesqueléticos.

4.4.1 Identificación de los puntos a controlar en los puestos de

Acabado y Acondicionado

Para los puestos de Acabado y Acondicionado se identifican las partes más afectadas en la actividad 34, en la cual se realiza el levantamiento de variados componentes desde livianos hasta pesados.

Actividad 34: Cargar componentes (asientos, luces, vidrios, etc.)

En el caso de esta actividad de carga, se diferencia a otras actividades de manipulación de materiales, debido a la gran variedad y mayores pesos que existe en las cargas a tratar. Componentes como asientos o luces se manipulan de diferentes formas debido a los distintos pesos o tipos de agarre, mientras que la instalación de los vidrios conlleva una considerable complicidad debido a su peso, difícil agarre manual y fragilidad del componente. Se analiza las zonas más afectadas por el método REBA según la manipulación de un vidrio templado, la cual se visualiza en la Figura 4.12.

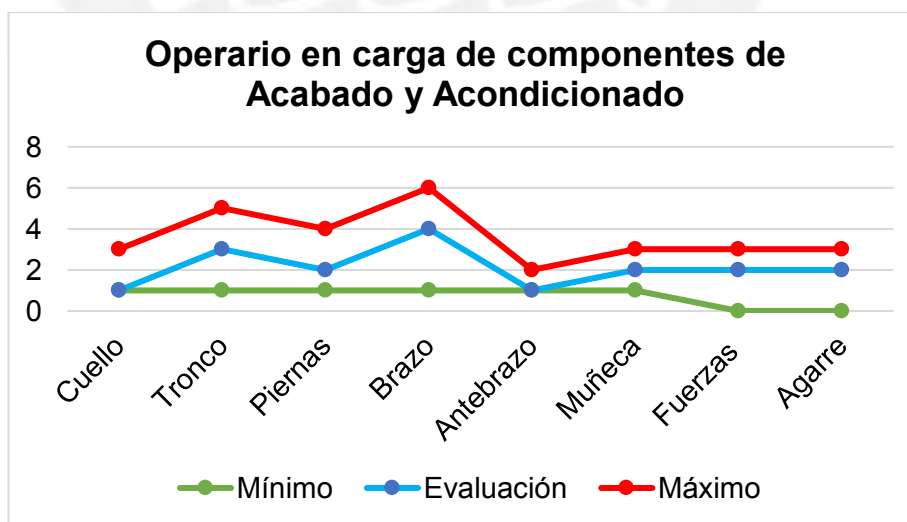


Figura 4.13 Comparación de la Actividad 34 según método REBA

Elaboración Propia

Se identifica un mayor riesgo en las partes: brazos, tronco y muñeca utilizando fuerza y un agarre perjudicial. Esto se debe a que en la actividad el operario debe levantar el vidrio desde una carretilla a una baja altura y después desplazar con ambas manos

con un agarre malo en una posición incómoda y ejerciendo un esfuerzo alto afectando su salud.

4.4.2 Propuestas de mejora específicas para los puestos de Acabado y Acondicionado

Se proponen mejoras en la actividad 34 de los puestos de Acabado y Acondicionado para reducir el esfuerzo en las partes afectadas de los operarios.

Actividad 34: Cargar componentes (asientos, luces, vidrios, etc.)

- Debido a la dificultad de desplazar variados componentes de diferentes pesos y formas con dificultad de agarre, se propone el uso de un remolque manual de estructura de acero tubular con ruedas neumáticas y cojinetes de rodillos que aseguran un movimiento fácil y ligero al igual que freno de estacionamiento automático y enganche opcional. Este equipo puede cargar un máximo de 400kg y tendría las dimensiones de 1526mm de largo y 832mm de ancho con un peso de 22kg, el cual se visualiza en la Figura 4.13.



Figura 4.14 Remolque ligero de mano

Fuente: COMANSA

- En el caso que sólo se necesite llevar un componente del bus a la vez, el operario deberá manipular cargas mayores a 15kgs utilizando una faja de protección lumbar como las propuestas en la actividad 20.
- En el caso de manipulación de los vidrios templados, se recomienda el uso de ventosas triple para el transporte del componente, ya que su agarre facilita que el operario cargue el vidrio y lo pueda realizar en una mejor postura. En la Figura 4.14, se observa una ventosa triple con cuerpo de aluminio con

diámetro del plato de 120mm y capacidad de carga máxima de 120kg. Por otro lado, el sólo uso de la ventosa no es suficiente debido a la distribución de fuerzas al colocarla en el vidrio, ya que si se coloca en el medio del componente y se carga así existe el riesgo que el vidrio se caiga dañando el componente y posiblemente causando una lesión al operario. Por lo que se recomienda que se usen 2 ventosas de este tipo y se coloquen una a cada lado del vidrio para que el vidrio sea cargado por 2 operarios como en la Figura 4.15.



Figura 4.15 Ventosa Triple Aluminio

Fuente: Herrajes & Accesorios

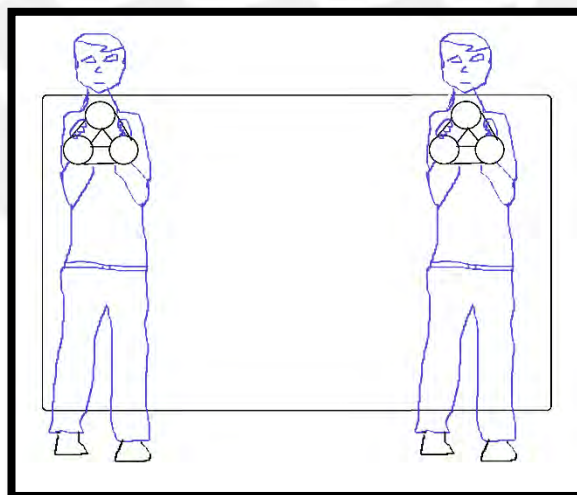


Figura 4.16 Situación Propuesta para Manipulación de Vidrios

Elaboración Propia

4.5 Otras propuestas generales de mejora

Aparte de las mejoras propuestas para cada actividad en específico, se propondrán planes complementarios de mejora que aseguren que los operarios trabajen con una postura correcta y sepan cómo realizar de la manera más segura sus operaciones.

a) Capacitaciones

Además de implementar los equipos de apoyo y mejorar los procedimientos, es necesario que todo empleado conozca cómo realizar sus operaciones de la manera correcta y sin perjudicar su salud. Por esta razón, se propone realizar charlas de capacitación a todas las áreas en producción respecto a sus actividades cada 3 meses para mantenerlos al tanto de la manera correcta y segura de trabajar. Estas charlas se darán por un especialista contratado y se realizará durante la jornada laboral previamente coordinando.

Además, durante estas capacitaciones se enseñarán a los trabajadores ejercicios de relajación muscular simples que pueden realizar durante sus pausas en el mismo trabajo o fuera de su jornada laboral para prevenir contracturas u otros dolores por la realización de sus actividades. Se recomienda colocar imágenes de estos ejercicios en la planta y que estén visibles para todo operario que quiera recordar cómo hacerlos tal como el presentado en la Figura 4.16.



Figura 4.17 Ejercicios de Relajación muscular

Fuente: INSHT

b) Avisos informativos

De manera que se complemente las capacitaciones y como recordatorio para los operarios se propone colocar avisos informativos que estén a la vista de todo operario a diario para revisar lo aprendido en las capacitaciones. En estos avisos se mostrarán gráficamente las maneras correctas de manipular cargas, realizar sus operaciones y acciones que no se deben cometer para prevenir daños en la salud. En la Figura 4.17 se presentan los pasos dados por la INSHT para prevenir lesiones de espalda

explicadas de manera simple para todo operario, mientras que en el Anexo 11 se muestran otros avisos que se podrían implementar para levantamiento de cargas, uso de fajas y otros.



Figura 4.18 Aviso de Prevención de Lesiones de espalda

Fuente: INSHT

4.6 Evaluación de las mejoras propuestas en los puestos

Las propuestas de mejora tienen un efecto directo en los puestos de trabajo y los empleados, por lo que en este punto se verifican las mejoras y los resultados de implementarlas utilizando nuevamente las metodologías utilizadas en el capítulo anterior, considerando las nuevas posturas que adoptarían los operarios, los cambios que se realizarían en los puestos y los equipos que apoyarían en la realización de las actividades.

El resumen del resultado de cada evaluación se muestra en la Tabla 4.1 para poder visualizar el cambio en la situación propuesta respecto a los resultados anteriores aplicando las mejoras. Se busca reducir el riesgo actual lo más posible considerando una inversión moderada y realizando un esfuerzo para que las mejoras propuestas se cumplan al largo plazo en los puestos de trabajo.

Tabla 4.1 Evaluación ergonómica de las mejoras propuestas con metodologías

Puesto	Actividad	Resultado del método NIOSH	Resultado del método REBA	Resultado del método OCRA	Riesgo de la Actividad
Corte	Cargar láminas de acero	Riesgo Medio: 1.68	Riesgo Medio: 7	Riesgo Ligero: 12	Moderado
Ensamble	Cargar las partes (tubos y láminas)	Riesgo Medio: 1.82	Riesgo Medio: 6	Riesgo Ligero: 8.75	Moderado
Ensamble	Apuntalado con soldadura		Riesgo Medio: 7	Riesgo Ligero: 11.8	Moderado
Pintado	Cargar tubos a mesa de trabajo	Riesgo Medio: 1.75	Riesgo Medio: 6	Riesgo Ligero: 8.75	Moderado
Acabado y Acondicionado	Cargar componentes (asientos, luces, vidrios, etc.)	Riesgo Medio Alto: 2.12	Riesgo Medio: 7	Riesgo Ligero: 11.8	Moderado

Elaboración Propia

En la cuadro se puede verificar que las mejoras logran un resultado positivo al cambiar el riesgo de las actividades de Crítico a Moderado, lo cual significa que un operario realizará las actividades con menor probabilidad de sufrir repercusiones a largo plazo y la empresa recibirá menos inconvenientes sobre temas de enfermedades ocupacionales por motivos de trastornos musculo-esqueléticos

4.7 Plan de implantación

En este punto, se elaborará el plan de implantación para las mejoras tomando en cuenta casos similares como el estudio realizado por Salvatierra (2012) y consultando a ingenieros de la empresa, quienes conocen el tema y brindaron un aproximado en los tiempos. El plan se presenta en la Tabla 4.2 y se detalla hasta el mes 9, el cual es la última inversión del primer año.

Tabla 4.2 Plan de implantación de Mejoras propuestas

IMPLEMENTACIONES	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7				MES 8				MES 9			
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
Estudio Ergonómico																																				
Compra de Guantes de protección																																				
Compra de Fajas de protección lumbar																																				
Adquisición de Bases rodante para palets																																				
Adquisición de Carros de plataforma																																				
Adquisición de Remolque ligero de mano																																				
Adquisición de Ventosas Triple de Aluminio																																				
Capacitaciones																																				
Colocar Avisos Informativos																																				

Elaboración Propia

CAPÍTULO 5. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

Luego de haber realizado la evaluación ergonómica, las propuestas de mejoras y el análisis de sus aplicaciones, se procede a evaluar la viabilidad económica de las mejoras propuestas, debido a que solo mostrar resultados de mejora de los puestos no es suficiente para determinar los beneficios de aplicación del presente estudio y se necesita saber si es rentable invertir en las mejoras propuestas para aplicarse de manera segura y factible en la empresa.

Por tal razón, en este capítulo se calcularán los costos por inversión en las mejoras propuestas y los ahorros que se lograrían al prevenir costos por permisos de descanso médico. De esta forma, usando los resultados calculados se mostrará la rentabilidad del plan a través de indicadores económicos.

5.1 Costos incurridos por la inversión propuesta

A continuación, se calculan los costos incurridos por implementación de las mejoras que fueron propuestas en el capítulo anterior y se definirán los costos que conllevaría a la empresa realizar el presente estudio.

5.1.1 Costos incurridos por la inversión en mejoras propuestas

En la Tabla 5.1 se detallan los costos de inversión en las propuestas planteadas por cada actividad y se obtiene el total de inversión para este punto.

Entonces, para el caso de los equipos y materiales a adquirir propuestos para mejorar las actividades se necesita una inversión total de 7,255.32 nuevos soles.

5.1.2 Costos incurridos por realización del estudio

Para la realización de este estudio se considerará un costo incurrido por la contratación de un ingeniero, quien también realizará capacitaciones a los operarios del área de producción de buses. Se le considerará un sueldo fijo mensual durante el período del estudio y por las visitas que realice para dar las capacitaciones con charla y demostraciones. Esta inversión se detallará en la Tabla 5.2.

Tabla 5.1 Costos incurridos por inversión en mejoras

Actividad 1: Cargar láminas de acero / Área de Corte			
Equipo/material	Cantidad	Precio (con IGV)	Precio Total
Base rodante para palets	2	650.00	1300.00
Par de guantes anti-corte	2	12.40	24.80
Inversión en la Actividad 1			S/. 1,324.80
Actividad 20: Cargas las partes / Área de Ensamble			
Equipo/material	Cantidad	Precio (con IGV)	Precio Total
Carro de plataforma con tirador	2	860.00	1720.00
Faja de protección lumbar	6	29.90	179.40
Inversión en la Actividad 20			S/. 1,899.40
Actividad 23: Apuntalado con soldadura / Área de Ensamble			
Equipo/material	Cantidad	Precio (con IGV)	Precio Total
Par de guantes de soldadura	8	14.90	119.20
Inversión en la Actividad 23			S/. 119.20
Actividad 28: Cargar tubos a mesa de trabajo / Área de Pintado			
Equipo/material	Cantidad	Precio (con IGV)	Precio Total
Carro de plataforma con tirador	2	860.00	1720.00
Faja de protección lumbar	4	29.90	119.60
Inversión en la Actividad 28			S/. 1,839.60
Actividad 34: Cargar componentes / Área de Acabado y Acondicionado			
Equipo/material	Cantidad	Precio (con IGV)	Precio Total
Remolque ligero de mano	1	1480.00	1480.00
Ventosa Triple Aluminio	2	176.56	353.12
Faja de protección lumbar	8	29.90	239.00
Inversión en la Actividad 34			S/. 2,072.32
INVERSIÓN TOTAL			S/. 7,255.32

Elaboración Propia

Tabla 5.2 Costos incurridos por Inversión en Estudio y Capacitaciones

Inversión en el Estudio y Capacitaciones	
Tiempo de estudio	4 meses
Sueldo mensual	S/. 1,500.00
Costo total del estudio	S/. 6,000.00
N° Capacitaciones (1° Año)	2
N° Capacitaciones (Desde 2° Año)	3
Costo por capacitación	S/. 250.00

Elaboración Propia

5.2 Cálculo de ahorros por prevención de enfermedades músculo-esqueléticas

Las empresas de manufactura, debido a sus actividades en planta que conllevan a realizar variados procesos con materiales pesados y se necesita que las personas realicen variados movimientos y esfuerzos para elaborar el producto deseado, poseen siempre el riesgo que sus operarios sufran en algún momento de enfermedades musculo-esqueléticas, lo cual genera ausentismo y cada día que el operario se encuentre ausente implica costos para la empresa. Los costos que se evaluarán en este punto y se tendrán en cuenta para este estudio son los costos por atención médica y por sustitución del personal, los cuales se calcularán utilizando data histórica e información otorgada por la empresa de estudio.

En el caso de los descansos médicos, según información proporcionada por la empresa, en el año 2015 se tuvo un gasto aproximado de S/. 2800 en los operarios por enfermedades y lesiones musculo-esqueléticas, debido al mal uso de las herramientas de trabajo, el sobreesfuerzo y la mala postura. También se tiene el dato de los gastos no cubiertos por el seguro de la empresa, lo cual se agregará al final en el costo total de ausentismo.

Por otro lado, para calcular el costo por horas de reemplazo se sabe, según dato otorgado por la empresa, que el costo de la mano de obra por hora sustituta es S/.5.25 por hora trabajada. Además, se tiene que en la producción de buses en las áreas donde se han encontrado actividades críticas por sus riesgos ergonómicos un total de horas perdidas por año de 920.6 horas, según los estudios realizados de la empresa en el año 2015. Por lo tanto, se calcula un costo total de horas por sustitución anual de S/. 4833.15.

Se resumen estos costos causados por los problemas de salud de los operarios debido a los riesgos ergonómicos evaluados en la Tabla 5.3 y se calcula el costo total por ausentismo anual.

Tabla 5.3 Cálculo del Costo Total por Ausentismo

Costo por Descansos médicos	S/. 2,800.00
Costo por Horas sustituidas	S/. 4,833.15
Gastos no cubiertos por el seguro	S/. 1,630.23
COSTO TOTAL POR AUSENTISMO	S/. 9,263.38

Elaboración Propia

Este costo total anual hallado se considera como un ahorro que la empresa puede lograr, si se logra implementar las mejoras propuestas descritas y se reducen los riesgos disergonómicos. Se considera un incremento de ausentismo aproximado de 15% anual, según data obtenida de la empresa, lo cual es razonable debido a que a mayor tiempo que no se aplique mejoras ergonómicas más probabilidad que los operarios sufran lesiones a largo plazo. En la Tabla 5.4 se presenta el monto anual de ahorro por ausentismo para los próximos 5 años en la empresa.

Tabla 5.4 Ahorro por Ausentismo anual

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorro por Ausentismo	S/. 9,263.38	S/. 10,189.72	S/. 11,208.69	S/. 12,329.56	S/. 13,562.51

Elaboración Propia

5.3 Cálculo de los indicadores de rentabilidad

Con los resultados obtenidos en los últimos dos puntos, se procede a determinar la viabilidad de las propuestas de mejora ergonómicas a través del uso de indicadores de rentabilidad: el VAN y el TIR. Para esto se elaborará un flujo de caja considerando los costos y ahorros por ausentismos al igual que la inversión en la realización del estudio y en las mejoras.

5.3.1 Cálculo del Costo de oportunidad

El costo de oportunidad se define para poder evaluar las mejoras propuestas y definir la factibilidad de la implementación mediante comparación con los demás indicadores. Por ende, una forma de verificar la rentabilidad del plan es que se obtenga como resultado que la inversión de las mejoras propuestas son igual o mayor al costo de oportunidad (COK).

Según Salvatierra (2012), se puede estimar el valor del COK como el promedio entre los resultados de dos estudios ergonómicos. El primer estudio que menciona indica que en una empresa donde se aplicó medidas ergonómicas se logró reducir en un 40% el impacto en patologías músculo-esqueléticas y el segundo estudio afirma que la tasa de beneficio fluctúa entre 1 y 10%. De esta forma, se calcula el COK promedio resultando un valor de 25%.

5.3.2 Flujo de caja

Ahora, con los datos obtenidos se presenta en la Tabla 5.5 el flujo de caja con los ahorros y costos hallados junto a los indicadores de rentabilidad para analizar la viabilidad del plan propuesto.

Analizando los resultados del flujo de caja por 5 años se tiene un valor de TIR de 64%, el cual está por encima del $COK=25\%$, mientras que el indicador VAN posee un valor de S/.25,507.86, cuyo resultado corresponde al monto adicional que se recibirá al invertir en este proyecto. Además, se puede observar que para el segundo año ya se recupera la inversión realizada y se obtiene mayores beneficios en adelante.

Por lo tanto, el análisis de los indicadores de rentabilidad expone que es viable económicamente la implementación de las mejoras propuestas y el plan desarrollado, por lo que se recomienda su aplicación para mejorar la situación actual de la empresa y lograr una calidad de trabajo superior.

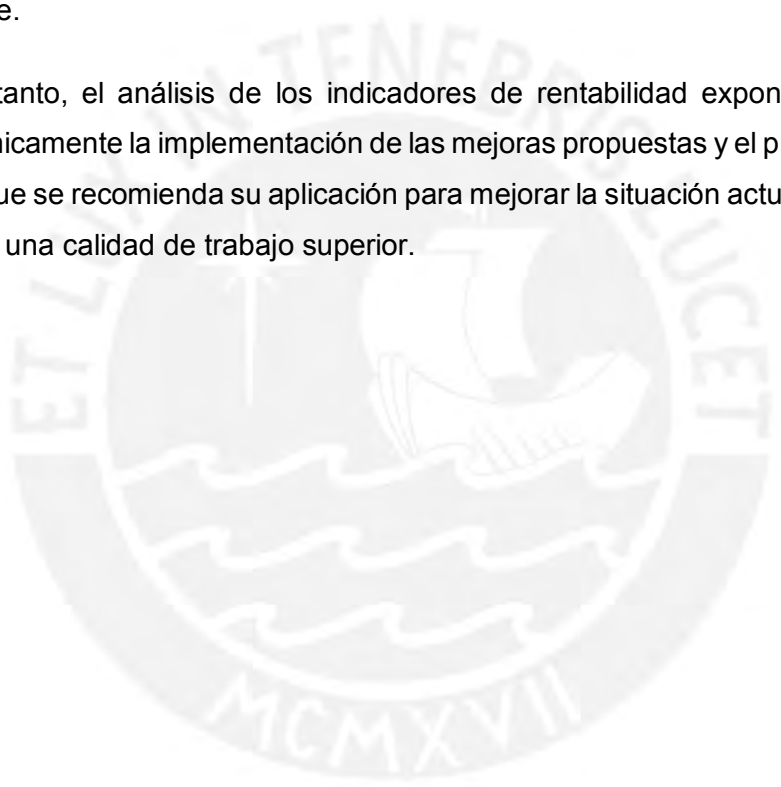


Tabla 5.5 Flujo de Caja para 5 años

Período	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
COSTOS						
Costo Total en Mejoras	S/. 7,255.32					
Costo Inversión en Estudio y Capacitaciones	S/. 6,000.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00
Estudio ergonómico	S/. 6,000.00					
Capacitaciones	S/. 500.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00
Costos Totales	S/. 13,755.32	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00	S/. 750.00
AHORROS						
Ahorro por Ausentismo		S/. 9,263.38	S/. 10,189.72	S/. 11,208.69	S/. 12,329.56	S/. 13,562.51
Ahorros Totales	S/. -	S/. 9,263.38	S/. 10,189.72	S/. 11,208.69	S/. 12,329.56	S/. 13,562.51
FLUJO ECONÓMICO						
Flujo Neto	-S/. 13,755.32	S/. 8,513.38	S/. 9,439.72	S/. 10,458.69	S/. 11,579.56	S/. 12,812.51
INDICADORES						
TIR	64%					
VAN	S/. 25,507.86					

Elaboración Propia

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este último capítulo, se enunciarán las conclusiones y recomendaciones respecto al impacto de la implementación de las propuestas de mejora ergonómicas en la empresa de estudio y casos similares en el país.

6.1 Conclusiones

- Según los resultados obtenidos en el presente estudio, se concluye que la implementación de un plan de mejora de ergonomía en una industria de metalmecánica logra conseguir grandes beneficios en la calidad de trabajo de los operarios al reducir los riesgos de las actividades a niveles moderados, cuida la salud de las personas durante su jornada laboral y previene consecuencias a largo plazo. Mediante la aplicación de evaluaciones y medidas correctivas como herramientas y procedimientos de mejora en cada puesto crítico identificado, se reducen los riesgos disergonómicos considerablemente en variadas partes del cuerpo afectadas previniendo trastornos músculo-esqueléticos al igual que resulta beneficioso para la empresa al obtener ahorros por ausentismo y favorece a mantener un buen nivel de producción.
- Las metodologías de evaluación ergonómicas utilizadas en este estudio son efectivas, porque mediante su uso se logra obtener resultados precisos y en corto tiempo para poder realizar el estudio ergonómico y, posteriormente, generar las propuestas de mejora.
- Al aplicar mejoras ergonómicas con distintos enfoques como principios de economía de movimientos, mejora de procesos y normas de seguridad, se logra generar ideas de propuestas variadas como equipos de apoyo, mejoras en los procedimientos y capacitaciones a los operarios, las cuales conllevan a reducir en mayor magnitud los riesgos actuales en la empresa y se obtienen mejores resultados finales.
- Respecto a la evaluación económica realizada, se puede concluir que un estudio como éste es viable para una empresa de ensamblaje de ómnibus y casos similares, porque el valor del TIR (67%) para el proyecto es mayor al

costo de oportunidad determinado al igual que el valor del VAN (S/.25,507.86) es positivo y considerable para invertir. Por lo tanto, se concluye que los planes de mejora ergonómica son rentables si se realiza el respectivo estudio de manera correcta calculando un costo de inversión razonable por propuestas que logren ahorros a largo plazo para la empresa.

6.2 Recomendaciones

- En un inicio, se recomienda a la empresa de estudio que implemente las propuestas de mejora planteadas en este estudio, porque se ha demostrado los beneficios que conlleva para las condiciones de trabajo. Además, los costos de inversión no son tan altos y se logran mayores ahorros para la empresa a largo plazo.
- La información que se extraiga de la empresa y de las fuentes encontradas para un estudio ergonómico debe ser precisa, sino los resultados obtenidos en la evaluación ergonómica no serán confiables para implementar mejoras propuestas reales.
- En el Perú no son bien difundidas todavía en todas las industrias los principios de seguridad y ergonomía para tener que sus operarios trabajen en condiciones laborales seguras y con bajos riesgos para la salud. Por esta razón, se recomienda que estos estudios se difundan más a través del Estado, la educación y las mismas industrias y que se haga conocer los beneficios de aplicar mejoras ergonómicas a las variadas organizaciones a nivel nacional.
- Se recomienda que todo jefe de planta, quien es el encargado superior que posee mayor interacción directa con sus operarios, promueva y verifique que los operarios realicen sus actividades respetando los principios de la Ergonomía y los apoye para que adaptarse a cualquier mejora implementada o capacitación realizada.
- Se recomienda siempre, en todo tipo de industria, respetar las pautas de descanso de los operarios, no forzar jamás a un trabajador más de su capacidad y planear cada cierto que el personal realice rotación de sus actividades o cambie de área.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASECIO-CUESTA, Sabina.
2012 *Evaluación Ergonómica de Puestos de Trabajo*. Madrid: Paraninfo.
- Asociación Española de Ergonomía.
2006 *¿Qué es la ergonomía?* Consulta: 18 de Setiembre del 2015.
<<http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>>
- CORNEJO SANDOVAL, Ruddy Alexandra.
2013 *Evaluación ergonómica y propuestas para mejora en los puestos del proceso de teñido de tela en tejido de punto de una tintorería*. Tesis de Titulación de Ingeniería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- CORTÉS DÍAZ, José María.
2007 *Seguridad e Higiene del Trabajo*. Madrid: Tébar.
- CRUZ ALBERTO, J. Alberto.
2001 *Principios de Ergonomía*. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- DIEGO-MAS, José Antonio
2015 *Análisis biomecánico estático coplanar*.
Consulta: 12 de Junio del 2015
<<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/biomecanica/biomecanica-ayuda.php>>
- DIEGO-MAS, José Antonio
2015 *Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh*.
Consulta: 15 de Junio del 2015
< <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>>

- DIEGO-MAS, José Antonio
2015 *Evaluación postural mediante el método REBA.*
Consulta: 15 de Junio del 2015
< <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>>
- GONZÁLEZ MAESTRE, Diego.
2008 *Ergonomía y psicología social.* Madrid: Editorial FC,
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
2003 *NTP 101: Comunicación de riesgos en la empresa.* Consulta:
22 de Abril del 2016.
<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_101.pdf>
- International Ergonomics Association.
Definition and Domains of ergonomics. Consulta: 18 de
Setiembre del 2015.
<<http://www.iea.cc/whats/index.html>>
- Ministerio de Salud,
Normas Legales. Consulta: 02 de Octubre del 2015.
<<ftp://ftp2.minsa.gob.pe/normaslegales/2008/RM480-2008.pdf>>
- NEYRA FERNANDEZ, Lizeth Karina
2015 *Análisis y Propuesta de Mejora del proceso productivo de Jabas para transporte de pollo vivo aplicando herramientas de Lean Manufacturing.* Tesis de Titulación de Ingeniería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- PUENTE AVILA, Mercedes Elizabeth.
2014 *Identificación y evaluación del factor de riesgo ergonómico en trabajadores de una empresa automotriz y su relación con afecciones músculo-esqueléticas.* Tesis para Magister en Seguridad y Salud Ocupacional. Quito: Universidad

- Pymes y Autónomos de Aragón.
2009 *Manual de procedimientos para evaluación de riesgos y condiciones de trabajo desde el punto de vista ergonómico en los trabajos de soldadura.* Consulta: 10 de Junio del 2016.
<[http://www.conectapyme.com/documentacion/2009%20FPR L%20soldadura.pdf](http://www.conectapyme.com/documentacion/2009%20FPR%20soldadura.pdf)>
- RAMÍREZ CAVASSA, César.
2005 *Seguridad Industrial: Un enfoque integral.* México: Limusa.
- Real Academia Española.
Definición de Ergonomía. Consulta: 18 de Setiembre del 2015.
<<http://lema.rae.es/drae/?val=ergonom%C3%ADa>>
- RIMAC Seguros, RM – 275 2008 TR Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de evaluación de riesgo disergonómico. Consulta: 09 de Octubre del 2015.
- SALVATIERRA MANCHEGO, Miguel Ángel.
2012 *Evaluación y Propuesta de Mejoras ergonómicas y de Salud ocupacional para el proceso de fabricación de un montón de acero simple sin accesorio.* Tesis de Titulación de Ingeniería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- Universidad Politécnica de Valencia.
2006 *Métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo.* Consulta: 22 de Septiembre del 2015
<[http://www.ergonautas.upv.es/listado metodos.htm](http://www.ergonautas.upv.es/listado_metodos.htm)>