

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORAS ERGONÓMICAS Y
DE SALUD OCUPACIONAL PARA EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE UN MOTÓN DE ACERO SIMPLE SIN
ACCESORIO

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

Miguel Ángel Salvatierra Manchego

ASESOR: Ing. Fernando Enrique Ormachea Freyre

Lima, agosto del 2012

RESUMEN

El presente estudio se realizó en una empresa metalmecánica dedicada a la fabricación de productos pesqueros, mineros y eléctricos en su mayoría. Este, estudio, se basó en la identificación de los problemas ergonómicos y de salud ocupacional en la fabricación de los productos más representativos de esta empresa. Donde la elaboración del motón de acero fue calificado como el más crítico debido a su volumen de producción y la cantidad de peligros ergonómicos, trastornos musculo-esqueléticos y descansos médicos que se presentan durante su elaboración.

Es así que se evaluaron todos los procesos y actividades relacionadas con la elaboración de este producto, identificando, en primera línea, los puestos más críticos mediante la matriz de Fine. Luego de esto se procedió a analizar estos puestos mediante las metodologías OWAS, OCRA, REBA y FANGER, las cuales permiten visualizar desde diferentes perspectivas la interacción del operario con su entorno.

Luego de haber identificado los puestos críticos con sus respectivos problemas de postura, traumas musculo-esqueléticos y peligros ergonómicos, se procedió a realizar las propuestas de mejora en base a criterios de biomecánica, antropometría, salud ocupacional, entre otras herramientas y conceptos que se puedan aplicar para mejorar el ambiente de trabajo.

Una vez definidas las soluciones, se realizó el estudio de costo-beneficio para evaluar la factibilidad del proyecto, con el propósito de justificar la inversión en la implementación en las mejoras propuestas mediante indicadores como son el TIR, VAN y PR. Los cuales determinaron su viabilidad. Asimismo una vez realizado todo este análisis se propuso las conclusiones y recomendaciones a nivel general del estudio, las cuales se basan en la implementación y difusión de las mejoras presentadas

ÍNDICE GENERAL

Índice de Tablas	iv
Índice de Figuras	vi
Índice de Anexos	viii
Introducción	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO	3
1.1 La ergonomía y la salud ocupacional	3
1.1.1 Reseña histórica	3
1.1.2 Definiciones	4
1.1.3 Objetivos Comunes	5
1.1.4 Alcances comunes	5
1.2 Biomecánica	5
1.2.1 Modelo biomecánico	6
1.2.2 Planos de referencia	7
1.2.3 Tipos de movimientos	8
1.2.4 Ángulos límites	9
1.2.5 Ángulos de Confort	9
1.2.6 Ángulos de visión	9
1.2.7 Principios fundamentales	9
1.3 Antropometría	10
1.3.1 Sistema hombre- máquina	11
1.3.2 Dimensiones Antropométricas	12
1.3.3 Diseño antropométrico	14
1.4 Ergonomía Ambiental	16
1.4.1 Ambiente Térmico	16
1.4.2 Ambiente acústico y vibraciones	17
1.4.3 Ambiente Lumínico	17
1.4.4 Radiaciones	19
1.5 Problemas físicos y mentales	20
1.5.1 Fatiga Física	20
1.5.2 Trastornos músculo-esqueléticos	21
1.5.3 Problemas de carga mental y estrés	23

1.6 Posturas y herramientas de trabajo	24
1.6.1 Fisiología de posturas.....	24
1.6.2 Herramientas manuales.....	25
1.7 Metodologías.....	26
1.7.1 Metodologías Comunes	26
1.7.2 Metodologías Generales.....	30
CAPÍTULO 2. MARCO METODOLÓGICO	31
2.1 Elaboración del estudio de campo	31
2.2 Identificación del producto de estudio.....	31
2.3 Análisis y Evaluación de puestos	33
2.4 Identificación de metodologías ergonómicas	33
2.5 Procedimiento de evaluación ergonómica	34
2.6 Determinación de mejoras ergonómicas.....	37
CAPÍTULO 3. CASO DE ESTUDIO Y SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE EVALUACIÓN	38
3.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA	38
3.1.1 Sector y actividades económicas.....	38
3.1.2 Cultura Corporativa.....	38
3.1.3 Condiciones laborales.....	38
3.1.4 Definiciones de áreas funcionales	39
3.1.5 Tipos de puesto de trabajo	41
3.1.6 Líneas de Producción	41
3.2 Descripción del producto.....	42
3.2.1 Componentes del producto.....	42
3.2.2 Características del producto	43
3.3 Técnicas seleccionadas	44
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LOS PROCESOS DEL PRODUCTO EN ESTUDIO	45
4.1 Definición de la criticidad	46
4.2 Selección de los puestos y actividades críticos	46
4.3 Selección de peligros ergonómicos y salud ocupacional.....	49
4.4 Selección de actividades críticas	52
4.5 Evaluación de puestos críticos.....	54
4.5.1 Puesto de Oxicorte	55
4.5.2 Puesto de Forja.....	68

CAPÍTULO 5. PROPUESTAS DE MEJORA	71
5.1 Resultado de Evaluación	71
5.2 Mejora de puestos.....	72
5.2.1 Puesto de Oxicorte	72
5.2.2 Puesto de Calentado de piezas	80
5.2.3 Puesto de apuntalado y soldado.....	81
5.2.4 Puesto de ensamble	84
5.3 Resultado de mejoras planteadas.....	90
5.3.1 Mejora en los puestos de trabajo evaluados.	90
5.3.2 Mejoras en la Productividad.....	91
CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA	93
6.1 Costos incurridos por enfermedades músculo- esqueléticas y de Salud ocupacional	93
6.2 Costos incurridos por el estudio y la inversión en las mejoras propuestas.....	95
6.3 Cálculo del VAN y TIR	97
6.3.1 Cálculo del COK	97
6.3.2 Cálculo de ahorros y mejoras en producción.....	97
6.3.3 Flujo de caja.....	98
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	100
7.1 Conclusiones.....	100
7.2 Recomendaciones	101
BIBLIOGRAFÍA	102

Índice de Tablas

Tabla 1.1 Similitud del cuerpo humano con máquinas.....	6
Tabla 1.2 Dimensiones antropométricas	12
Tabla 1.3 Posturas de Trabajo	21
Tabla 2.1 Participación de los productos en las distintas áreas.....	32
Tabla 2.2 Valoración OWAS	35
Tabla 2.3 Valoración REBA.....	35
Tabla 2.4 Valoración OCRA	36
Tabla 2.5 Valoración FANGER	36
Tabla 3.1 Metodologías seleccionadas según problemas presentados.....	44
Tabla 4.1 Actividades detalladas de los procesos.....	47
Tabla 4.2 Principales peligros por actividad en la Empresa.....	50
Tabla 4.3 Resultados de la calificación del método De Fine.....	53
Tabla 4.4 Puestos críticos y sus respectivas metodologías de evaluación.....	54
Tabla 4.5 Factor de Recuperación de la Actividad 1.....	57
Tabla 4.6 Acciones Técnicas Dinámicas en la Actividad 1	58
Tabla 4.7 Intensidad de Fuerza de la Actividad 1	59
Tabla 4.8 Duración de Fuerza intensa de la Actividad 1	59
Tabla 4.9 Postura de Hombros en la Actividad 1	60
Tabla 4.10 Postura del Codo de la Actividad 1	60
Tabla 4.11 Postura de la Muñeca en la Actividad 1	61
Tabla 4.12 Agarre de la Actividad 1	61
Tabla 4.13 Duración de la Actividad 1.....	61
Tabla 4.14 Movimientos Estereotipados para la Actividad 1.....	62
Tabla 4.15 Factores Adicionales de la Actividad 1.....	62
Tabla 4.16 Duración Real del movimiento de la Actividad 1	63
Tabla 4.17 Resumen de Evaluación de Factores de la Actividad 1	64
Tabla 4.18 Cuadro de Resultados de la Actividad 1 OCRA	64
Tabla 4.19 Resumen de Resultados de las metodologías evaluadas.....	70
Tabla 5.1 Resumen de la revaluación de las metodologías con las mejoras propuestas.....	90
Tabla 5.2 Comparación de Productividad de la actividad 53	91
Tabla 5.3 Comparación de Productividad de la actividad 56	92
Tabla 6.1 Costo de Horas de reemplazo en el proceso de motón al año	94

Tabla 6.2 Costos Totales de Ausentismo anuales	94
Tabla 6.3 Inversión en el estudio realizado	95
Tabla 6.4 Inversión en las mejoras a realizar	96
Tabla 6.5 Ahorros de H-H en el proceso Productivo del Motón anuales.....	98
Tabla 6.6 Flujo de Caja de las Implementaciones.....	98



Índice de Figuras

Figura 1.1 Planos de Referencia.....	7
Figura 1.2 Esfuerzos generados en el cuerpo humano.....	10
Figura 1.3 El operador funcional	11
Figura 1.4 Representación de las dimensiones más importantes.....	13
Figura 1.5 Curva Normal y de percentiles (5,50,95) de las estaturas de hombres y mujeres de una población hipotética	14
Figura 1.6 Posturas Básicas	25
Figura 1.7 Diferentes tipos de agarres	26
Figura 2.1 Ventas de los Productos Representativos de la empresa.....	32
Figura 3.1 Motón de Acero sin accesorio.....	42
Figura 3.2 Diagrama de flujo de la elaboración del motón de acero	43
Figura 4.1 Distribución de formas de accidentes	45
Figura 4.2 Principales peligros y problemas de salud ocupacional en la planta	49
Figura 4.3 Actividad 1: Cargar Plancha de acero.....	55
Figura 4.4 Cuadro de identificación de Valorización – OWAS	1
Figura 4.5 Evaluación Reba	65
Figura 4.6 Evaluación Reba	65
Figura 4.7 Evaluación Reba	66
Figura 4.8 Evaluación Reba	67
Figura 4.9 Evaluación Reba	68
Figura 4.10 Actividad 19: Sacar piezas de horno, Evaluación Fanger.....	68
Figura 4.11 Evaluación Fanger	69
Figura 4.12 Resultados de la evaluación Fanger.....	70
Figura 5.1 Comparación del puesto con metodología Reba	73
Figura 5.2 Comparación de formas de carga de la Actividad 1.....	74
Figura 5.3 Distribución actual del puesto de trabajo del operario	75
Figura 5.4 Distribución propuesta del puesto de trabajo del operario	76
Figura 5.5 Comparación del puesto según Metodología Reba	77
Figura 5.6 Comparación de formas de ajuste de dispositivo.....	78
Figura 5.7 Dispositivo propuesto para ajuste de mordazas	78
Figura 5.8 Comparación del puesto actual según Metodología Reba.....	79
Figura 5.9 Comparación de la situación actual y la propuesta de la Actividad 4	80
Figura 5.10 Comparación del puesto según M. Reba operación de Soldado	82

Figura 5.11 Propuesta de mejora de la actividad 51	83
Figura 5.12 Comparación del puesto según M. Reba Operación de Taladrado	84
Figura 5.13 Propuesta de mejora de la Actividad 53.....	86
Figura 5.14 Actividad 56 Metodología Reba	87
Figura 5.15 Propuesta de mejora para la Actividad 56	89



Índice de Anexos

ANEXO 1: Diferentes posturas de mano y muñeca

ANEXO 2: Ángulos límites relevantes

ANEXO 3: Principales ángulos de confort

ANEXO 4: Ángulos de visión

ANEXO 5: Interacción del operario y su entorno

ANEXO 6: Problemas Físicos y mentales

ANEXO 7: Gráficos de tasa de incidencia y lesiones musculoesqueléticas en la industria

ANEXO 8: Metodologías de evaluación

ANEXO 9: Gráficas de descansos y horas perdidas por áreas

ANEXO 10: Organigrama de la Empresa y Plano de la planta de fabricación

ANEXO 11: Presentación de las tablas de evaluación

ANEXO 12: Lesiones en la empresa

ANEXO 13: Evaluación de actividades y puestos de trabajo

ANEXO 14 Evaluaciones de las actividades seleccionadas con sus respectivas metodologías

ANEXO 15: Modelo Biomecánico

ANEXO 16: Tablas de datos de operario según el puesto

ANEXO 17: Tablas de resultados REBA en comparación con su máximo valor

ANEXO 18: Datos antropométricos estándares para las actividades 1,2 y 4

ANEXO 19: Diagramas Bimanuales de las actividades 53 y 56

ANEXO 20: Pato Hidráulico

ANEXO 21: Posturas adecuadas para los trabajos

ANEXO 22: Procedimiento para carga

ANEXO 23 Cronograma de implementación de mejoras

Introducción

Durante mucho tiempo las empresas han buscado la forma más eficiente para hacer dinero, empleando menos recursos para ser productivos. En los inicios de la industria solo se contemplaba la producción a gran escala, sin tener en cuenta la interacción que existía entre sus componentes. Resaltando inmediatamente, la falta de consideración en uno de los principales recursos que puede tener una empresa, el recurso hombre.

Sin embargo, conforme ha avanzado la industrialización, esta ha traído consigo un desarrollo en el ambiente del operario. En este, desarrollo, se han implementado diversos conceptos, metodologías, disciplinas y ciencias que se encargaron del estudio de la interacción del operario con su entorno de trabajo. Una de las disciplinas más representativas, y de carácter científico-técnica, que se dedicó a este estudio es la ergonomía, la cual se encarga de estudiar integralmente al hombre en su marco de actuación relacionado con el manejo de equipos y máquinas, dentro de su ambiente laboral específico, buscando la optimización de los 3 sistemas hombre-máquina-entorno. Paralelamente a esto se estableció una disciplina multifuncional como es la Salud Ocupacional, la cual complementa directamente a la ergonomía en su labor de estudio del ambiente de trabajo del operario.

Por tal motivo se presenta el siguiente estudio con el propósito de poder identificar los peligros y problemas de salud en el 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.

Para esto la tesis constará, en primer lugar, de la presentación del marco teórico y marco metodológico en los Capítulos 1 y 2 respectivamente, donde se desarrollaran los conceptos, herramientas y metodologías relacionadas a la ergonomía y salud ocupacional. Así como el procedimiento a seguir para la recolección, clasificación, evaluación y análisis de información de los diferentes puestos de trabajos. Además

se presentarán las leyes que respaldan las buenas prácticas y uso de indumentaria adecuada para el trabajo.

Luego tenemos el Capítulo 3, en el cual se hace una breve descripción de la empresa. Inmediatamente, en el Capítulo 4, se presenta el análisis ergonómico al proceso productivo del motón de acero simple mediante las metodologías seleccionadas y descritas en el Capítulo 2. Dándose así un diagnóstico de los puestos más críticos y a los que se les efectuara propuestas de mejora.

Una vez evaluadas, analizadas y seleccionadas las actividades y puestos de trabajos más críticos se procede a proponer las mejoras respectivas tal y como se presenta en el Capítulo 5, el cual describe procedimientos, adquisiciones y estudios que se deben implementar en cada puesto de trabajo crítico presentado. Consecuentemente de las soluciones presentadas, se procede a realizar un análisis costo-beneficio expuesto en el Capítulo 6, el cual muestra la viabilidad del proyecto mediante indicadores económicos como el VAN y el TIR.

Referente a todo lo mostrado se procede a las conclusiones y recomendaciones presentadas en el último Capítulo del presente estudio, el Capítulo 7, el cual describe las acciones que debe tomar la empresa para poder erradicar los problemas y peligros presentados en los puestos y actividades evaluadas y en el proceso productivo del producto en estudio.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

1.1 La ergonomía y la salud ocupacional

1.1.1 Reseña histórica

En el principio de la industrialización, Llaneza (2007) comenta que, las empresas se enfocaban únicamente en el nivel de producción a corto plazo, priorizando la cantidad de productos que podían adquirir en un periodo de tiempo con una cantidad de recursos naturales dejando de lado uno de los factores más importantes que influyen en un proceso productivo, el recurso humano. Es así que, mientras la tecnología avanzaba, se hizo obligatorio el desarrollo de un método de diseño que abreviara o reemplazara por completo el antiguo proceso.

Al principio las necesidades fisiológicas se solucionaban; sin embargo, el sistema social de ese entonces las convirtió en apetencias, con un extenso campo de complejidad, donde se identificaba al hombre como el diseñador y fabricante de artefactos que magnificaban sus facultades y así, sobrepasar sus propias limitaciones para solucionar sus apetencias. Es así que, a fines del siglo XIX, se propone una disciplina de carácter científico como resultado de una aplicación conjunta de ciencias biológicas y ciencias de ingeniería para asegurar entre el hombre y el trabajo una óptima adaptación mutua con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su propio bienestar, la Ergonomía.

Por otra parte Ramírez (2006) relata que, la palabra ergonomía proviene de griego *ergon = trabajo*, y *nomos = leyes naturales*. Fue propuesto por el naturalista polaco Wojtey Yastembowski en 1857 en su estudio de ensayos de ergonomía o ciencia del trabajo. Siendo uno de sus pioneros en la aplicación en un sentido del diseño de instrumentos elementales de trabajo, Frederic Taylor; sin embargo, aún se presentaban problemas de salud en las industrias y no fue hasta la década de los 40 en el siglo XX, a comienzos de la segunda guerra mundial, cuando se comprendió la importancia de una actividad multidisciplinaria que promueva y proteja la salud de los trabajadores, buscando controlar no solo accidentes, sino enfermedades, la Salud Ocupacional, complementariamente a lo que venía realizando la ergonomía.

Por todo ello es que estas dos disciplinas se han venido complementando con un solo objetivo, el de reducir las causas de accidentes y enfermedades en las

actividades realizadas durante la interacción entre el trabajador y su entorno laboral.

1.1.2 Definiciones

Conforme ha pasado el tiempo, tanto la ergonomía como la salud ocupacional han venido redefiniéndose según las investigaciones y descubrimientos realizados respecto al estudio de la interacción del hombre con su entorno laboral y los problemas que lo aquejan de carácter físico, psicológico y social. Es por esto que se presenta, a continuación, las definiciones actuales respecto a los últimos alcances de los principales organismos mundiales y autores estudiosos de estos temas.

La Ergonomía, según Ramírez (2006), se puede definir como una disciplina científica de carácter multidisciplinar, que estudia las relaciones entre el hombre, la actividad que realiza y los elementos del sistema en que se halla inmerso, con la finalidad de disminuir las cargas físicas, mentales y psíquicas del individuo y de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios; buscando optimizar su eficacia, seguridad, confort y el rendimiento global del sistema . Se puede agregar, además, tal y como indica González (2002), que, en rigor, a partir de su carácter preventivo e integral, la ergonomía busca reducir las cargas físicas, mentales, psíquicas y organizacionales a las que se somete el empleado, (causales de estrés ocupacional, problemas psicológicos, sobrecarga fisiológica, lesiones músculo-esqueléticas y fatiga) a fin de reducir el riesgo de accidentes laborales e índices de siniestralidad, promover la salud, seguridad y el bienestar de los trabajadores, mejorar el ambiente y condiciones de trabajo, y lograr un mayor compromiso, motivación y desempeño por parte los empleados.

Por otra parte, se tiene a la Salud Ocupacional la cual se define, según la Organización Mundial de la Salud, como el conjunto de medidas y acciones dirigidas a preservar, mejorar y reparar la salud de las personas en su vida de trabajo individual y colectivo. Tiene como principales objetivos promover y mantener el más alto grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas sus profesiones; prevenir todo daño causado a la salud de estos por las condiciones de trabajo; protegerlos en su empleo contra los riesgos resultantes de la existencia de agentes nocivos para la salud; colocar y mantener al trabajador en un empleo acorde con sus aptitudes fisiológicas y psicológicas y, en resumen,

adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo. Además se puede agregar, según INDECOPI, que la Salud ocupacional se basa en normas y métodos orientados a reducir la incidencia de accidentes, riesgos y enfermedades ocupacionales del trabajador lo cual genera ausentismo, disminución de la productividad y pérdidas por daños personales y de equipos o materiales.

1.1.3 Objetivos Comunes

Como se comentó anteriormente, tanto la Salud ocupacional como la ergonomía basan sus objetivos en la mejora de la relación de entorno-máquina-hombre la cual es importante para un mejor desempeño del operario. Además proponen alternativas de rediseño en los puestos de trabajo, teniendo en cuenta factores como dimensiones del operario, problemas de salud o también sus capacidades y limitaciones. Todas estas similitudes entre la ergonomía y la salud ocupacional hacen que se puedan enfocar en objetivos comunes, los cuales buscan incrementar la eficiencia del principal recurso de una empresa, el hombre y a su vez la mejora en la productividad.

1.1.4 Alcances comunes

El análisis de las definiciones anteriores pone en manifiesto similares planteamientos respecto los objetivos planteados en el estudio del campo del desempeño laboral de un operario. Es por esto que se puede definir los alcances en común que tienen la ergonomía y la salud ocupacional y los cuales presentamos a continuación:

- La carga de trabajo en el cual se evalúa las cargas energéticas de la actividad, así como las posturas de trabajo y los movimientos realizados
- La carga mental, la cual se refiere al estrés y problemas sociales que pueda tener el operario.
- La influencia de condiciones ambientales como, la calidad del aire, las vibraciones, el ruido y la iluminación que a la larga trae problemas con la salud.

1.2 Biomecánica

La Biomecánica se define, según Ramírez (2006), como la ciencia que estudia la mecánica y los alcances de los movimientos humanos abarcando disciplinas como la antropometría, la mecánica, la fisiología, la ingeniería, etc. Además se agrega, según González (2002), que la biomecánica se enfoca en el estudio de las fuerzas

que actúan sobre el cuerpo humano, las fuerzas generadas por el mismo y el efecto que dichas fuerzas tienen sobre el organismo. Complementariamente, Mondelo (2001), adiciona que, a través de la biomecánica, se puede evaluar la efectividad con la que una persona ejecuta un movimiento, teniendo en cuenta menor coste y más eficacia para el sistema productivo.

Por otra parte se debe mencionar que los resultados de los análisis biomecánicos constituyen una importante herramienta preventiva, con la aplicación fundamental en el campo de la ergonomía, permitiendo el análisis de las condiciones de trabajo donde aparece la aplicación de fuerzas (empuje, tracción, levantamiento, etc.), o exigencias posturales, y así realizar una valoración de las mismas, como menciona Ramírez (2002). Estas características descritas se pueden evaluar en las actividades que se irán desarrollando en el estudio de cada puesto de trabajo en el proceso productivo del motón de acero.

1.2.1 Modelo biomecánico

Según González (2002), el cuerpo está constituido alrededor del esqueleto el cual consta de un determinado número de cadenas óseas donde los huesos largos representan eslabones que adoptan determinadas posturas gracias a las articulaciones que los unen y que son movidos por los músculos. Además, las diversas partes del cuerpo poseen características como dimensiones, peso, centro de gravedad, etc. Es así que al tratar al cuerpo humano como un sistema mecánico pueden observarse estructuras que presentan cierta similitud funcional con elementos de máquina.

Tabla 1.1 Similitud del cuerpo humano con máquinas

Hombre	Máquina
Huesos	Palancas, ejes, elementos estructurales
Articulaciones	Rotulas, puntos de giro
Tendones	Cables, cuerdas, etc.
Músculos	Motores bombas
Tejidos de recubrimiento de articulaciones	Lubricantes
Nervios	Mecanismos de control

Elaboración Propia

Fuente: González (2002)

Estas similitudes funcionales, como se aprecia en la Tabla 1.1, permiten aplicar los principios de la mecánica al estudio de comportamiento del cuerpo humano y así poder interpretar diversos factores de este.

1.2.2 Planos de referencia

Para tener una mejor referencia del espacio recorrido por los segmentos corporales implicados en las tareas, se debe realizar un análisis de coordenadas de un punto, medida espacial respecto a un sistema de referencia generalmente (X, Y, Z) según Mondelo (2001).

Por otra parte las fuerzas que se analizan pueden interactuar a lo largo de una sola línea, en un plano único o en cualquier dirección del espacio y se nota la diferencia de los resultados. En la Figura 1.1 se puede notar el movimiento del cuerpo humano con la ayuda de un sistema de coordenadas (X, Y, Z), donde se coloca el origen en el centro de gravedad del cuerpo, situado aproximadamente delante de la segunda vértebra sacra.

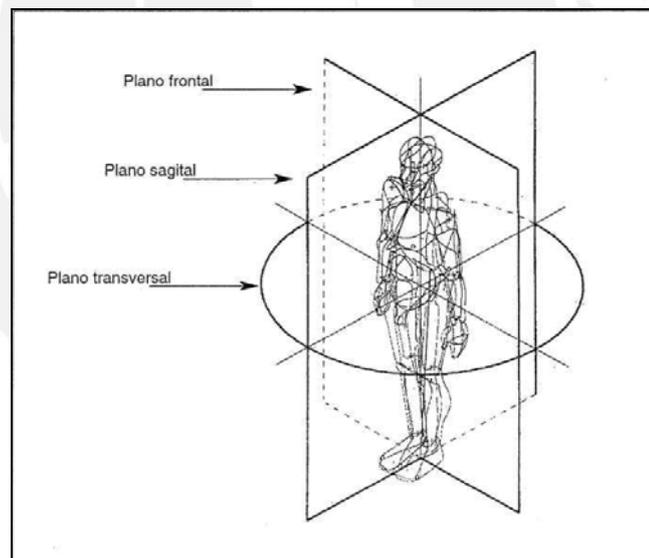


Figura 1.1 Planos de Referencia
Fuente: Mondelo (Ergonomía 3 pág. 74)

Para estudiar la movilidad en cada articulación con respecto al sistema de coordenadas definido se presentan 3 planos referentes.

Plano Frontal: este plano divide al cuerpo en parte anterior y posterior (plano X-Y)

Plano Sagital: este separa en dos mitades, derecha e izquierda (plano Y-Z)

Plano Horizontal o Transversal: este se encuentra paralelo al suelo que lo corta en parte superior e inferior (plano X-Z)

Este sistema convencional de planos, según Mondelo (2001), facilitan la descripción de movimientos de los segmentos del cuerpo y permiten definir exactamente cualquier punto en el espacio.

1.2.3 Tipos de movimientos

Los movimientos son variados, algunos se realizan, según Mondelo (2001), con los brazos, las piernas y otros miembros que se consideran básicos y se presentan, a continuación, con su respectiva denominación en la biomecánica.

Posición de referencia anatómica: es aquella a partir de la cual se miden los movimientos articulares.

Flexión: consiste en disminuir el ángulo entre las partes del cuerpo desplazándose un segmento corporal de un plano sagital a un eje transversal.

Extensión: Consiste en aumentar el ángulo entre las partes del cuerpo, movimiento sagital respecto a un eje transversal

Aducción: consiste en acercarse a la línea media del cuerpo. Este se realiza en el plano frontal, en rededor de un eje antero-posterior, que aproxima el segmento a la línea media.

Abducción: consiste en alejarse de la línea media del cuerpo, movimiento que se realiza en un plano frontal.

Pronación: consiste en girar el antebrazo de modo que la palma de la mano quede hacia abajo.

Supinación: se realiza girando el antebrazo de modo que la palma de la mano quede hacia arriba.

Circunducción: movimiento en el que una parte del cuerpo describe un cono cuyo vértice está en la articulación y su base en la extremidad distal de esa parte.

Las descripciones más detalladas se presentan en el Anexo 1

1.2.4 Ángulos límites

Los movimientos que se pueden realizar con las diversas articulaciones de las personas tienen ángulos límites, fuera de los cuales no se puede llevar ningún miembro. Es decir, a partir de estos, las articulaciones ya no se pueden extender más. Es por esto que, según Mondelo (2001), se propone identificar caracterizar los ángulos con valores de referencia, los cuales agrupan a la mayoría de la población. Para mayor detalle, ver el Anexo 2 donde se describen los límites anteriormente descritos.

1.2.5 Ángulos de Confort

Al analizar movimientos se puede percatar que, la mayoría de veces, el rango máximo no interesa mucho, si no los valores de confort de los ángulos que tienen diversas articulaciones, fuera de las cuales el trabajo a realizar se torna más difícil, penoso o hasta riguroso. Es por esto que se debe plantear la búsqueda de los ángulos de este tipo, confort, los cuales dependerán mucho de la edad, entrenamiento físico y diferencias funcionales que se puedan suscitar. Visualizar el Anexo 3 para una mejor interpretación.

1.2.6 Ángulos de visión

Todos los puestos a los que son sometidas las personas tienen un campo de visión, y esto lleva a se analice la posición de la cabeza y los ojos en las diferentes actividades que se deban desarrollar. Según Mondelo (2001), se debe tener presente la distancia ojo - mano y ojo - punto crítico de la pieza para que se pueda diseñar un puesto de trabajo. Para un mejor panorama de lo descrito ver Anexo 4

1.2.7 Principios fundamentales

Durante el desarrollo de cualquier actividad, según González (2002) se deben tener en cuenta 2 principios fundamentales respecto a los análisis biomecánicos.

1. Los músculos funcionan en pares. Dado que los músculos transmiten fuerza durante su contracción, en cada articulación deberá existir un músculo o grupo muscular encargado de realizar los desplazamientos en la dirección contraria.

2. Los músculos se contraen más eficazmente cuando el par de ellos se mantienen en equilibrio. El músculo actúa con mayor eficacia cuando se encuentra en el punto medio del recorrido de la articulación que flexiona. Una justificación de este principio es sustentada en el punto anterior donde se expone que si un músculo realiza un movimiento desde el extremo deberá vencer la resistencia opuesta por el músculo contrario que se encontrará plenamente contraído. Esto lo podemos visualizar en la Figura 1.2.

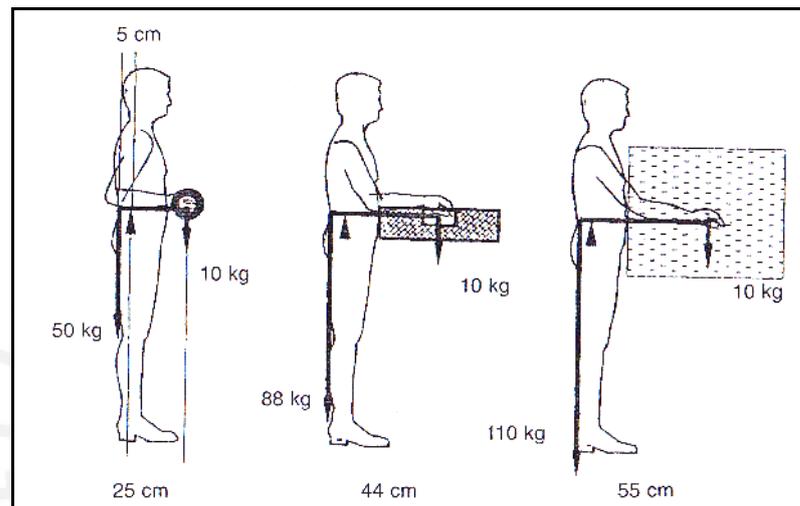


Figura 1.2 Esfuerzos generados en el cuerpo humano

Fuente: Manual de Ergonomía (MAPFRE Pág. 228)

1.3 Antropometría

Según Ramírez (2006) la Antropometría es la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano. Desde el punto de vista ergonómico, es estudiar el dimensionamiento del cuerpo humano para adaptar la máquina y el ambiente de trabajo a las dimensiones del trabajador, por ejemplo herramientas, muebles, espacios y puestos de trabajo. Además cabe resaltar, según Mondelo (2001) y Llaneza (2007), que el ser humano, al ser el elemento más importante de un sistema de producción, es más económico diseñar el puesto de trabajo según las características de cada uno a ignorarlas.

Se menciona, además, que, si las personas somos seres creados para vivir en movimiento, se sobrentiende que la antropometría que se necesita para diseñar herramientas, objetos y puestos de trabajo es la dinámica y no la estática. Es por

esto que, según Llanea (2007) y Mondelo (2001), se define a la antropometría como la ciencia encargada de estudiar tanto las dimensiones del ser humano incluidos sus movimientos, como su peso, su volumen, sus fuerzas, sus desplazamientos angulares, entre otros. Otro aspecto importante es su precisión teniendo en cuenta que el ser humano sufre modificaciones a lo largo de su vida pues los años varían las dimensiones respecto al peso y talla.

Por otra parte es difícil diseñar un puesto de trabajo para un grupo o población tan numerosa, es por esto que se utilizan herramientas estadísticas que permiten diseñar un puesto de trabajo según individuo que represente a todos.

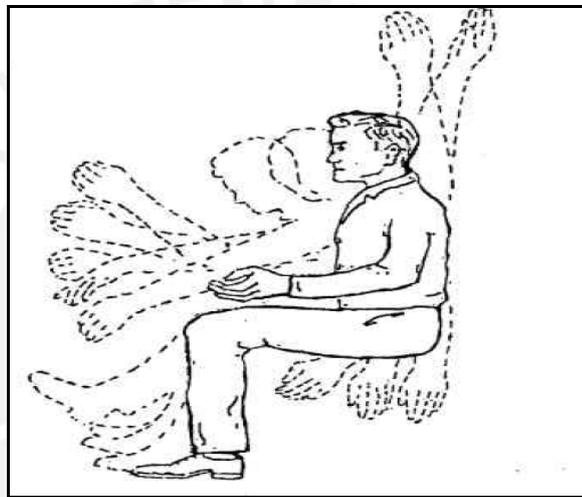


Figura 1.3 El operador funcional
Fuente: Mondelo (Ergonomía 3 pág. 34)

1.3.1 Sistema hombre- máquina

Según Mondelo (2001) el bienestar, la salud, la satisfacción, la calidad y la eficiencia en la actividad de las personas dependen de la correcta interrelación entre los múltiples factores que se presentan en sus espacios vitales y las relaciones que establecen con los objetos que les rodean. Es así que existen múltiples formas de análisis de los espacios de actividad o de trabajo, de los objetos y del conjunto de acciones que las personas se verán obligadas a realizar como clasificar las interrelaciones persona - máquina en los siguientes tipos; Relaciones dimensionales, relaciones informativas, relaciones de control, relaciones ambientales, relaciones temporales, relaciones sociales, relaciones de organización y relaciones culturales entre las principales.

Todas estas ejercen una acción determinante sobre los factores sicosociológicos y fisiológicos residentes en las personas, provocando satisfacción o insatisfacción en el trabajo potenciando o inhibiendo la creatividad.

1.3.2 Dimensiones Antropométricas

Las dimensiones del cuerpo humano son numerosas, pero para diseñar un puesto de trabajo específico sólo se deben tener en cuenta las necesarias. Por este caso, según Llana (2007), es necesario efectuar, antes de realizar mediciones, a analizar con rigor las medidas antropométricas que son relevantes pues su cantidad guarda relación con la variabilidad económica del estudio. En la siguiente tabla 1.2 se aprecian los distintos valores de las dimensiones según los percentiles

Tabla 1.2 Dimensiones antropométricas

Dimensión		Valor de percentil			
		5	50	95	0
Masa corporal (Kg)		51	70	92,6	12,7
1	Estatura	1,525	1,665	1,802	83.89
2	Altura de los ojos	1,423	1,558	1,698	82.31
3	Altura de los hombros	1,256	1,384	1,508	76.28
4	Altura del codo	932	1,027	1,122	58.03
5	Altura de la espina ilíaca	843	940	1,047	60.97
6	Altura del tercer metacarpiano	664	735	810	
7	Altura de la tibia	400	457	529	40.44
8	Longitud codo-punta de los codos	396	448	495	30.23
9	Longitud codo-puño	292	337	376	25.57
10	Alcance máximo horizontal (puño cerrado)	606	700	785	54.24
11	Altura sentado/a	793	859	929	41.59
12	Altura de los ojos (sentado/a)	690	753	819	39.78
13	Altura cervical (sentado/a)	574	631	688	35.22
14	Altura de los hombros (sentado/a)	524	579	635	33.70
15	Altura del muslo (sentado/a)	182	224	269	26.44
16	Longitud de la pierna (altura del poplíteo)	368	419	464	29.17
17	Espesor del muslo (sentado/a)	112	145	174	18.89
18	Profundidad del asiento	450	492	539	28.05
19	Longitud rodilla trasero	441	590	644	31.52
20	Longitud hombro-codo (sentado/a)	312	356	395	25.48
21	Anchura de hombros (biacromial)	304	372	432	39.46
22	Anchura de caderas (sentado/a)	316	364	417	30.44

23	Profundidad abdominal (sentado/a)	173	238	314	44.11
24	Anchura de pecho (de pie)	257	309	360	32.80
25	Anchura entre codos	367	461	542	53.33
26	Anchura entre caderas	306	342	385	24.31
27	Profundidad del pecho (pie)	208	248	294	26.90
28	Profundidad del abdominal	168	229	297	39.81
29	Longitud del pie	221	253	279	17.79
30	Anchura del pie	83	98	110	8.61
31	Longitud de la mano	163	183	202	11.81

Elaboración Propia

Fuente: González (Ergonomía y Psicosociología pág. 129 y 130)

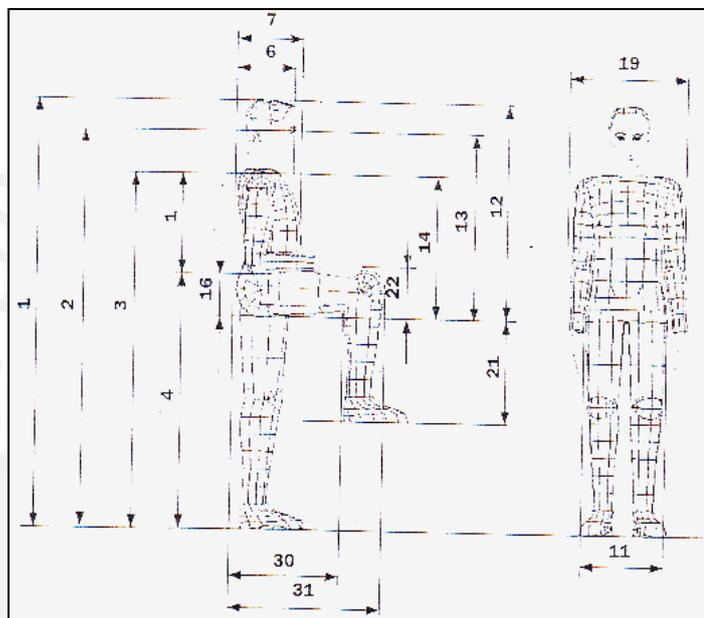


Figura 1.4 Representación de las dimensiones más importantes

Fuente: González (Ergonomía y Sicosociología Pág. 131)

Variando estas según sexo, edad, peso, superficie corporal, fuerzas a desarrollar, entre otras. Sin embargo se tiene que tener referencia de una muestra representativa de la población para la que se requiere diseñar tomando como referencia los datos estadísticos que se puedan obtener

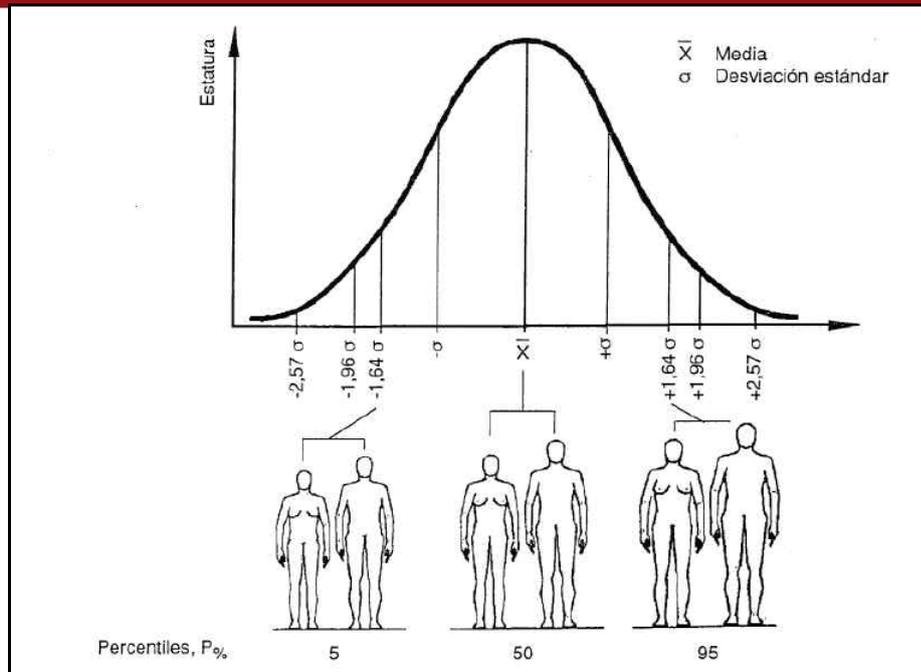


Figura 1.5 Curva Normal y de percentiles (5,50,95) de las estaturas de hombres y mujeres de una población hipotética

Fuente: Mondelo (Ergonomía 3 pág. 55)

Además se tiene que contar con un tamaño de muestra la cual nos permita cumplir con los pronósticos estadísticos. Esta se obtiene mediante la siguiente expresión

$$N = (k \sigma' / e)^2$$

Donde

N: es el tamaño de la muestra

K: es un factor cuyo valor dependerá de los propósitos que se tenga al aplicar la ecuación para determinar

e: es el grado de precisión

O: es la desviación estándar estimada

1.3.3 Diseño antropométrico

Es sabido que para poder diseñar un puesto de trabajo es requerido tener en cuenta al hombre, teniendo en cuenta el conocimiento profundo de sus dimensiones y sus capacidades. Para realizar esto es necesario un análisis preliminar el cual incluye, en primera instancia, un análisis de tareas tomando atención en la

determinación de las exigencias que impone el puesto a diseñar, la descripción de los métodos de trabajo aplicados, las posturas, movimientos y frecuencias; las fuerzas aplicadas, la ropa y equipos de trabajo, y la frecuencia con la que se realiza las labores. Una vez identificados todos estos puntos se procede a seleccionar las dimensiones antropométricas que directamente están relacionadas con el cálculo de dimensiones. Después de esto, según González (2002), se debe seleccionar el diseño, entre los cuales tenemos los siguientes:

Diseño para una persona: Consiste en realizar un puesto a medida que salvo contada excepciones, como se verá más adelante en algunos puestos, no tienen utilidad práctica en las empresas, no obstante si hay que realizar un diseño de este tipo, se deben tomar las dimensiones antropométricas reales del operador del sistema.

Diseño para los extremos: En el caso de tener que diseñar un puesto acorde a la forma general de cualquier persona, lo más usual es considerar como dimensiones mínimas las correspondientes al percentil 5 y las máximas las del 95; para casos de ser más exactos para el ajuste se pueden utilizar los percentiles 2,5 y 97,5. Las dimensiones mínimas se utilizan para situar todos aquellos elementos cuyo alcance sea necesario en el trabajo, por ejemplo botones, palancas en el panel de mandos. Mientras que las dimensiones máximas se pueden utilizar para el caso que se desee que nadie alcance una determinada posición por presentar riesgo. Por ejemplo la altura de una puerta, la separación respecto a una máquina peligrosa, etc.

Diseño para un intervalo ajustable: Se trata de seleccionar la solución ideal en ergonomía. Los límites son calculados para las dimensiones del percentil 5 y 95 respectivamente. En caso de adoptar este tipo de soluciones se debe tener especial cuidado en la situación y manipulación de los ajustes facilitando en todo momento su uso.

Diseño para el promedio: Consiste en diseñar para el percentil 50 de la población operadora. Es una solución que no se puede utilizar para dimensiones que representan riesgos y que presentan condiciones particulares o cuya alternativa es muy costosa.

Para mayor detalle ver el anexo 5, en el cual se explica el tipo de mesa para cada tipo de trabajo.

1.4 Ergonomía Ambiental

En un sistema hombre-máquina, hay que recordar que, la definición ergonómica del sistema incluye al ambiente (ruido, calor, vibraciones, luces, olores, turnos, horarios, monotonía, iniciativa, roles, clima, labor, entre otros) y no sólo el ambiente físico y psicosocial generado por el propio puesto de trabajo, sino también el generado por los puestos vecinos.

No existe sistema hombre-máquina totalmente cerrado, pues según Mondelo (2001), la mayoría de sistemas son abierto o casi abierto, y por lo tanto siempre existe una interacción con su entorno entre unos y otros aunque parezcan ajenos aparentemente.

Además cabe resaltar que, no solo se ve peor o mejor por el estado de la vista y el tipo de dispositivo informativo visual utilizado, sino también por el ambiente visual donde se encuentre, es decir, el tipo de iluminación con las lámparas. Las luminarias y su ubicación, los colores y los contrastes superficiales, paredes, techos, cortinas. Lo mismo ocurre con la audición donde se oye mucho mejor en un sitio sin ruidos de fondo que uno ruidoso. Aun peor un lugar con mucho ruido disminuye agudeza visual.

1.4.1 Ambiente Térmico

El ambiente térmico confortable es un objetivo específico que debe ser perseguido por el equipo de ergonomía, ya que el diseño negligente del microclima laboral puede causar: deshidratación, aumento de las enfermedades de las vías respiratorias, reducción en el ambiente físico al limitar la capacidad del trabajo físico.

Por otra parte la temperatura interna de las personas, como indica Mondelo (2000), en condiciones críticas de estrés calórico no debería incrementarse por motivos del trabajo más de 1°C, aunque hay especialistas que sitúan este límite en 1,8°C y para impedir que se siga aumentando la temperatura el organismo comienza a producir sudoración.

Factores que influyen el ambiente térmico.

- La temperatura del aire (seca)
- El contenido de vapor de agua en la atmósfera que puede expresarse como humedad relativa (HR %) o como presión parcial de vapor
- La temperatura radiante media, TMR (°C)
- La velocidad del aire

Estos factores del ambiente térmico pueden afectar a las personas de forma diversa, ya que dependen de otras actividades individuales, además del sexo y edad.

1.4.2 Ambiente acústico y vibraciones

El ambiente de acción del ruido es el mismo que el de la persona ataca a esta en cualquier sitio. En las fábricas, el hogar, el centro de estudios, etc. Esto indica que cuando un trabajador que desarrolla su actividad en un ambiente ruidoso termina su jornada, no cesa con ello de exposición al ruido, según Mondelo (1994).

Tanto el ruido como las vibraciones son los agentes físicos agresores más generalizados en la empresa y ciudades, sus consecuencias son frecuentemente despreciadas. El ruido puede alterar de forma temporal o permanente la audición de un hombre, provocando errores o hasta distracciones peligrosas dentro de una industria. Esto a su vez genera malestar y estrés, además de alteraciones en el sistema nervioso, elevación de los umbrales sensoriales de la persona, constricción de los vasos sanguíneos.

1.4.3 Ambiente Lumínico

Según Llaneza (2007) la capacidad de la vista al adaptarse a condiciones deficientes de iluminación nos lleva a restar importancia a esta variable; sin embargo, más del 80% de la información que reciben de las personas es visual. Es aquí donde radica la importancia de la iluminación.

El punto débil de la visión aparece, según Llaneza (2007), cuando se hace necesario observar pequeños detalles muy cercanos con un nivel de iluminación demasiado bajo. Es aquí donde se incrementan los errores y surge la fatiga visual y

mental lo cual conduce a que se busquen soluciones tales como incrementar el nivel de iluminación y/o tamaño de detalles.

Por ende los factores que determinan las relaciones entre la iluminación y la visión son:

Angulo visual: también se le puede denominar como el tamaño de la imagen que se forma en la retina. El concepto nos proporciona la medida del objeto y la distancia que nos separa de él.

Agudeza visual: está determinada por la visión del detalle más pequeño que es capaz de distinguir correctamente el ojo, depende en cada persona del nivel de iluminación y del contraste ente el objeto y su fondo, y va disminuyendo con la fatiga física y mental.

Este factor comienza a decrecer en edades tempranas

Brillo: es la intensidad luminosa de una fuente emisora o de una superficie reflectora en una dirección determinada

El contraste: es la relación que se da entre brillo de un objeto y el de su fondo. De él depende que un objeto destaque o se enmascare.

La Distribución del brillo en el campo visual: esta debe ser lo más homogénea posible ya que el ojo debe adaptarse según la intensidad luminosa y si esta adaptación es muy frecuente provoca daños en la percepción visual y fatiga. Esto en si es difícil de lograr es por eso que, considerando 3 zonas en el campo visual (centro de la tarea, alrededores inmediatos y alrededores mediatos) la diferencia de brillos debe ser no superior a la relación 10:3:1 o 1:3:10

El deslumbramiento: cuando el brillo es demasiado excesivo, el ojo no puede controlar mediante sus mecanismos de adaptación el exceso de luz que penetra en él y no produce el deslumbramiento, que puede ser dos tipos: el molesto, que reduce la agudeza visual y que con el tiempo produce afectaciones mayores y el perturbador que produce una rápida y violenta disminución de la visión, como el producido por los faros de un coche

Difusión de la luz: cuando la luz proviene de varias direcciones como cuando el sol se oculta tras las nubes, así se puede lograr artificialmente el mismo efecto, con un alumbrado de muchas luminarias fluorescentes ocupando todo el techo del local. En general es recomendable, según Mondelo (2001) para trabajar una iluminación difusa, sin llegar a la difusión total sin sombras, pues esta resultaría muy plana y aburrida.

El color: este factor determina como visualizamos la longitud o longitudes de onda de luz que emite o refleja un cuerpo. La luz blanca posee todas las longitudes de onda que varía entre los 380 nm y los 780 nm. La luz negra no existe como luz, pero se puede pensar en las fronteras de espectro visibles. Una superficie es roja porque sólo refleja la luz de ese color sobre ella y absorbe el resto de longitudes de onda. es así que podemos notar la función de los colores en la vida del ser humano y que por ende su uso debe ser inteligente. Cuando la iluminación es artificial se recomienda, generalmente, luz blanca lo más parecida posible a la luz del día

El tiempo: es lo que tarda en ser visualizado un objeto dependiendo de todos los aspectos tratados, de la propia persona (fatiga, edad, grado de concentración, fatiga, etc) y naturalmente del tiempo que dicho objeto o grupo de objetos permanezcan en nuestro campo visual.

1.4.4 Radiaciones

Existen puestos de trabajo en los que son necesarios equipos, instrumentos o procesos emisores de distintos tipos de relaciones electromagnéticas. Mondelo (1994) indica que el daño que se puede provocar por dichas radiaciones depende mucho de su frecuencia y energía. Es así que se pueden clasificar en dos tipos: ionizantes y no ionizantes

Radiaciones ionizantes: también determinadas de radioactividad, para prevenir estas debemos ajustarnos al reglamento de Protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (Real Decreto 2519/1982, BOE n° 24) y también del organismo internacional del Trabajo, los cuales limitan la exposición y dosis en función al sexo edad y/o estado gestante.

Las radiaciones ionizantes siempre provocan lesiones por ionización de células del cuerpo, pudiendo llegar a provocar la muerte es por tal motivo que su uso debe ser debidamente justificado y restringido. Generalmente son usadas en centros de investigación científica mediante los equipos de rayos-X con partículas alfa, beta y ganma así como con neutrones, protones, núcleos pesados, etc.

Radiaciones no ionizantes: en este grupo se puede encontrar las microondas y el radar que ejercen una acción térmica que pueden provocar determinados daños y quemaduras en la córnea de los ojo, la vejiga y en el sistema tracto gastrointestinal según el Organismo Internacional de la Salud (OMS). Este daño depende mucho de

la longitud de onda usada. Las personas más expuestas a este tipo de radiación son las tripulaciones de aviones, operadores y técnicos de rayos laser.

Por otra parte se tiene a los rayos infrarrojos los cuales afectan la piel, pues no son tan penetrantes; sin embargo, son posibles de malograr la córnea y producir conjuntivitis. Los trabajadores más expuestos son los obreros que trabajan en altos hornos y en procesos donde la radiación de calor es importante como en Forja o Fundición.

1.5 Problemas físicos y mentales

Si bien se ha expuesto todas las posibles causas que se producen por no contar con un ambiente adecuado de trabajo, ahora se explicarán las consecuencias más comunes que se pueden suscitar si no tomamos en cuenta esto. Ver en Anexo 6 para mayor información

1.5.1 Fatiga Física

El término “fatiga física” se utiliza para definir una serie de situaciones cuyo resultado final supone una disminución de la capacidad de trabajo y de la resistencia del organismo, según González (2002). Además resulta un término muy habitual y casi siempre está íntimamente relacionado con el término descanso, de manera que este concepto se entiende como reparador del primero. Es así que se entiende como fatiga física la disminución de la capacidad física del individuo después de haber realizado un trabajo durante un determinado tiempo.

Por otra parte se puede distinguir dos tipos de fatigas en función a la disminución de la capacidad de trabajo, incremento de los errores en consecuencia de la realización de movimientos corporales lentos y aparición de una sensación de malestar e insatisfacción.

Fatiga recuperable: es aquella que resulta completamente recuperable con los períodos de descanso habituales.

Fatiga crónica: la sucesiva exposición a períodos de fatiga sin una recuperación completa provoca una acumulación de fatiga, que hace que los efectos de ésta no aparezcan asociados al trabajo, sino que puedan aparecer incluso antes de

realizarlo. Algunos de los síntomas son sensación de malestar, generalmente de carácter emocional, comportamientos antisociales, tendencia a la depresión, falta de energía, pérdida de la iniciativa, etc. Además de estos síntomas psíquicos suelen acompañarse de malestar general, dolores de cabeza, vértigo, alteraciones cardíacas y respiratorias, trastornos digestivos, insomnio, pérdida de apetito, etc. La recuperación de este estado es más compleja y no es suficiente con períodos de descanso más prolongados.

1.5.2 Trastornos músculo-esqueléticos

Según González (2002), se conoce con el nombre de trastornos músculo-esqueléticos, a un grupo de procesos muy diferentes entre sí, provocados por la lesión de alguna de las partes que forman el aparato locomotor, principalmente de las partes blandas: músculos, tendones, nervios y algunas partes próximas a las articulaciones.

En mayor detalle estos trastornos se producen durante los esfuerzos de trabajos realizados. Además pueden presentarse gran variedad de condiciones que dañan huesos, articulaciones, ligamentos, músculos y tendones, discos intervertebrales y nervios. Estos problemas pueden ser agudos, acumulativos o crónicos, y en los casos más serios, lo pueden dejar inválido.

Tabla 1.3 Posturas de Trabajo

Postura de Trabajo	Partes del cuerpo afectadas
De pie, siempre en el mismo sitio	Brazos y piernas, riesgo de varices
Sentado, tronco recto sin respaldo	Músculos extensores de la espalda
Sentado, en un asiento demasiado bajo	Rodillas, muslos, pies
Tronco inclinado hacia delante, sentado o de pie	Hombros, cuello
Cabeza inclinada hacia delante o hacia atrás	Región lumbar: deterioro de discos intervertebrales
Brazos tendidos sobre el costado, delante o atrás	Hombros y brazos
Malas posiciones al utilizar herramientas	Inflamación de tendones

Elaboración Propia

Fuente: Manual de Ergonomía (2003)

Entre las más comunes en una empresa manufacturera, debido a lesiones agrupadas y respecto a las posturas adoptadas como vemos en la Tabla 1.3 son

en miembros superiores, zona de cuello y hombros, mano y muñeca, brazo y codo, columna y miembros inferiores tenemos:

Síndrome cervical: proceso degenerativo de la columna que implica estrechamiento del disco, eso causa un daño en las vértebras cervicales y en los discos intervertebrales, provocando así mismo irritación de las terminaciones nerviosas.

Tortícolis: estado de dolor agudo y rigidez del cuello que puede ser provocado por un giro brusco del cuello. Mantiene a éste inclinado e impide girar normalmente la cabeza.

Hombro congelado: incapacidad de la articulación del hombro, causada por inflamación o herida que se caracteriza por una limitación de la abducción y rotación del brazo. El factor causante más común es el desgaste de la cápsula de los ligamentos, debido a una inmovilización prolongada del hombro.

Epitrocleitis: es la inflamación de los tendones que flexiona y prona la mano en su origen a nivel del relieve que existe en la cara interna del codo llamado epitroclea.

Bursitis en el codo: originados por movimientos rotatorios repetidos del brazo.

Síndrome del túnel carpiano: se trata de uno de los trastornos más frecuentes. El túnel del carpo está formado por los huesos del carpo en el dorso y por el ligamento transversal en la palma de la mano. Por dentro de este túnel pasan los tendones y vainas de los flexores de los dedos y el nervio mediano. El trastorno se origina cuando disminuye el espacio libre en el túnel o aumenta el grosor de los elementos por el que transcurre lo que origina la compresión del nervio mediano.

Hernia Discal: cuando el anillo de un disco se agrieta, el núcleo pulposo todavía turgente es empujado hacia afuera por los movimientos de la columna vertebral, es decir se “hernia” a través de la grieta formada. La porción del disco que constituye la hernia puede variar en cuanto a tamaño. La hernia se produce en correspondencia con la porción posterior y lateral del disco, que es por constitución menos resistente, el disco acabará por chocar en su camino con la raíz nerviosa correspondiente que corre a su lado antes de salir de la columna vertebral.

Fractura vertebral: son muy poco habituales. Los arrancamientos por fatiga de las apófisis espinosas en los trabajos de carga se consideran enfermedad profesional.

Lumbalgia aguda: son afecciones muy corrientes en ambos sexos, se caracterizan por dolor más o menos intenso en las regiones lumbar o lumbosacra, que a veces irradia hacia la nalga y la cara posterior del muslo por uno o por ambos lados. La

lumbalgia se presenta de forma aguda, de repente, generalmente a consecuencia de un esfuerzo, como el de levantar un peso o realizar algún movimiento brusco de torsión del tronco. El dolor es muy violento y los músculos paravertebrales entran en una fuerte contractura lo que impide el movimiento.

Lumbago agudo: dolor originado por la distensión del ligamento común posterior a nivel lumbar, existe dolor en toda la zona lumbar con impotencia funcional dolorosa y contractura antiálgica.

Rodilla de fregona: lesión de uno o ambos discos (forma de herradura) del cartílago del menisco de las rodillas. Normalmente se produce desgarramiento en el menisco o en el lado interior de sus rodillas, causad al torcer estas cuando están dobladas, que impide a los pies moverse de forma adecuada.

Tendinitis de tendón de Aquiles: la carga excesiva del tendón puede producir inflamaciones y proceso degenerativos del tendón y de los tejidos circundantes.

Es por esto que se debe tener en cuenta que zonas de nuestro cuerpo están más propicias a realizar un esfuerzo muscular como podemos visualizar en el anexo 7

1.5.3 Problemas de carga mental y estrés

La Carga mental

En el trabajo, según González (2002), la carga mental es un concepto que se utiliza para referirse a un conjunto de tensiones inducidas en una persona por exigencias del trabajo mental que elabora o realiza para una persona dada. Es decir el procesamiento de información del entorno a partir de los conocimientos previos, actividad de rememoración, de razonamiento o de búsqueda de soluciones. Estas producen exigencias en el trabajo y el uso de los recursos mentales disponibles para hacer frente a tales, valga la redundancia, exigencias expresa la carga de trabajo mental. Además implican fundamentalmente procesos cognitivos, procesamiento de información y aspectos afectivos. Por ejemplo las tareas que requieren cierta intensidad o duración en el esfuerzo mental de la persona conllevan a una concentración, atención, memoria, coordinación de ideas y toma de decisiones suponiendo un autocontrol emocional para el buen desempeño del trabajo.

Por otra parte, cabe mencionar que, esta capacidad de respuesta ante las exigencias descrita es variable en cada trabajador, y esto conlleva a diversos los

factores que contribuyen a la carga de trabajo mental y que ejercen presiones sobre la persona que lo desempeña. Estos factores deben identificarse para cada puesto o situación de trabajo concreta y se pueden agrupar según procedan.

El estrés

Como menciona González (2002), es un arma poderosa que nos puede ayudar a llevar a cabo nuestras actividades cotidianas con gran éxito. Sin embargo a cierto nivel, su función deja de ser benéfica y se torna en una agresión hacia los procesos naturales del organismo. Los problemas que nos conllevan a este se pueden ver relacionados a las acciones que realizamos diariamente los cuales pueden ser rutinarias o difíciles de efectuar. Uno de los principales variables involucrados es el ritmo social que influye en más trabajo, menos descanso, más presiones y diferentes tipos de alimentación de gran deficiencia.

Todos estos factores anteriormente definidos hacen que los trabajadores no presenten eficiencia en sus trabajos y es por eso que se deben tomar en cuenta si es que se tiene como principal objetivo aumentar la productividad.

1.6 Posturas y herramientas de trabajo

Algunos de los aspectos más críticos en el procedimiento de una operación son la postura que se adopta al momento de ejecutar la tarea y las herramientas que se utilizan para realizarla. Diversos estudios, según González (2002), ponen de manifiesto que alrededor de un 30% de los trabajadores de la Unión Europea trabajan en posturas forzadas más de la mitad de la jornada, mientras que el mal uso de las herramientas de trabajo traen consigo grandes problemas respecto a lesiones a largo plazo. Es por esto que se cree pertinente profundizar en estos dos factores.

1.6.1 Fisiología de posturas

En general, la postura, en relación con el cuerpo humano se asocia al modo en que se dispone una persona y que puede afectar al sistema músculo-esquelético, tal y como indica González (2002). Por la parte anatómica de la postura, se puede distinguir 3 posturas básicas:

Bipedestación; o también llamada posición erguida, en la cual el sujeto se dispone con los brazos a lo largo del cuerpo

Sedestación; o posición sentada, estando con los miembros inferiores formando un ángulo más o menos recto, la columna vertebral también recta y la cabeza mirando al frente.

Decúbito; o posición en la que el sujeto se encuentra tumbado con la columna recta y las extremidades superiores a lo largo del cuerpo; esta posición, a su vez, puede tomar 3 variantes: decúbito supino (o dorsal), decúbito prono (o ventral) y decúbito lateral. Para mayor detalle se presenta la Figura 1.6 donde se describen las posturas básicas mencionadas.

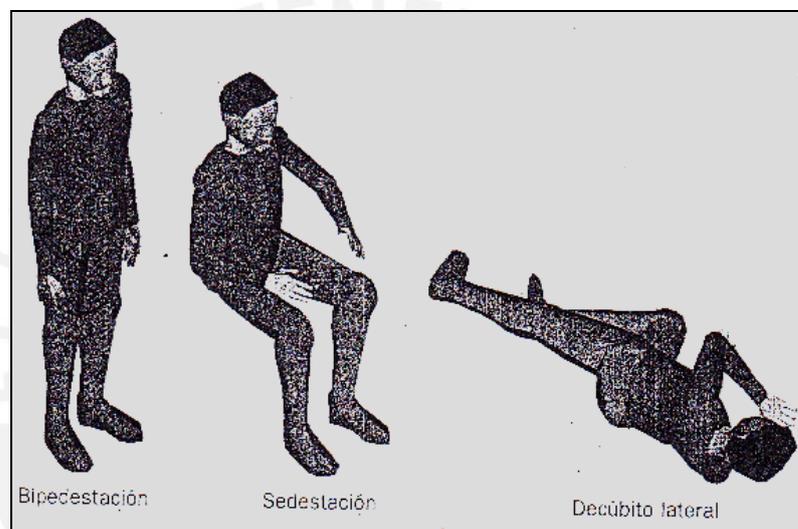


Figura 1.6 Posturas Básicas

Fuente: González (Ergonomía y Sicosociología Pág. 292)

1.6.2 Herramientas manuales

Mondelo (2001) menciona que las herramientas manuales son artefactos que ayudan al trabajo, y que se caracterizan por amplificar o reducir alguna de las funciones propias de la mano, aumentando la funcionalidad de las mismas, ya sea incrementando la fuerza, precisión, la superficie, generando mayor potencia a la torsión y al impacto, y hasta mayor resistencia a las temperaturas. Es por tal motivo que se enfocan en el correcto uso de estas ya que la mayoría de los procesos en la metal mecánica conllevan a su uso y por ende su mala manipulación implica problemas ergonómicos.

Muchas veces, detalla el Manual de ergonomía MAPFRE (2003), la adquisición de herramientas se basan tal solo en el costo o en el beneficio productivo, sin tener presente las especificaciones funcionales de estas, las cuales pueden tener una repercusión para las manos y brazos de los operarios. Para evitar este tipo de problemas, es necesario recordar las 2 variables que entran en juego, aparte del tiempo o frecuencia de uso, son fuerza y superficie, como señala Mondelo (2001). La primera viene fijada por la necesidad de asir la herramienta, es por eso que debemos fijarnos en la única variable a manipular, que es la superficie de contacto, la cual reducirá la compresión y distribuirá las presiones por un área de piel mayor si es suficientemente amplia y así minimizará los problemas. En la figura 1.7 se describen las posturas asociadas con lesiones.

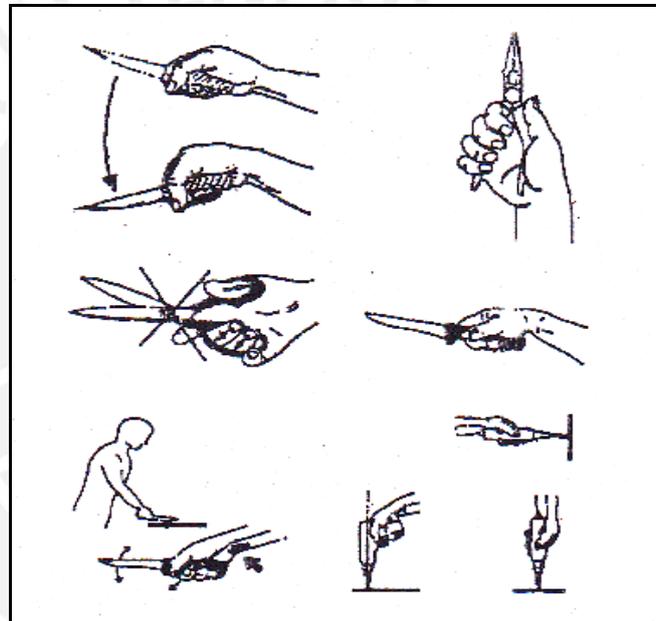


Figura 1.7 Diferentes tipos de agarres
Fuente: Ergonomía 3 (Mondelo, Pág. 92)

1.7 Metodologías

1.7.1 Metodologías Comunes

OWAS: El método OWAS (Ovako Working Analysis System) fue propuesto por los autores finlandeses Osmo Karhu, Pekka Kansu y Liikka Kuorinka en 1977 bajo el título "*Correcting working postures in industry: A practical method for analysis.*"

("Corrección de las posturas de trabajo en la industria: un método práctico para el análisis") .El método OWAS, tal y como afirman sus autores, es un método sencillo y útil destinado al análisis ergonómico de la carga postural. Su aplicación, proporciona buenos resultados, tanto en la mejora de la comodidad de los puestos, como en el aumento de la calidad de la producción, consecuencia ésta última de las mejoras aplicadas. Su criterio radica en la valorización en un intervalo de 1 a 4, según el riesgo del puesto evaluado, siendo así el primero el de menor riesgo. Además se centra en el análisis de 4 miembros: piernas, brazos, espalda y carga. Para mayor detalle verificar el anexo 8

RULA: El método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) es creación del Dr. Lynn McAtamney y el Profesor E. Nigel Corlett, de la Universidad de Nottingham en Inglaterra. RULA fue desarrollado para entregar una evaluación rápida de los esfuerzos a los que son sometidos los miembros superiores del aparato musculoesquelético de los trabajadores debido a postura, función muscular y las fuerzas que ellos ejercen. Su criterio se destina en la valorización del puesto de trabajo en una escala del 1 al 7, siendo la primera la menos riesgosa. Para un mayor detalle verificar el anexo 8

REBA: El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) fue propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtamney. El método es el resultado del trabajo conjunto de un equipo de ergónomos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, que identificaron alrededor de 600 posturas para su elaboración. Este método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Además, define otros factores que considera determinantes para la valoración final de la postura, como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador. Permite evaluar tanto posturas estáticas como dinámicas, e incorpora como novedad la posibilidad de señalar la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables. Cabe destacar la inclusión en el método de un nuevo factor que valora si la postura de los miembros superiores del cuerpo es adoptada a favor o en contra de la gravedad. Se considera que dicha circunstancia acentúa o atenúa, según sea una postura a favor o en contra de la gravedad, el riesgo asociado a la postura. Además su evaluación describe una valorización en escala mayor al 11. Para mayor detalle verificar el anexo 8

CHECK LIST OCRA: Se utiliza para la evaluación rápida de riesgos asociados a movimientos repetitivos de los miembros superiores. Fue propuesto por los autores Colombini D., Occhipinti E., Grieco A., El método Check List OCRA centra su estudio en los miembros superiores del cuerpo, permitiendo prevenir problemas tales como la tendinitis en el hombro, la tendinitis en la muñeca o el síndrome del túnel carpiano, descritos como los trastornos músculo-esqueléticos más frecuentes debidos a movimientos repetitivos, o de larga duración. Además una de las principales características de este método es la obtención precisa de los impactos que se generan en cada puesto de trabajo permitiendo así adoptar medidas de prevención y rediseño según sea conveniente. La extensión más detalla de esta metodología se encuentra en el anexo 8

JSI: JSI es un método de evaluación de puestos de trabajo que permite valorar si los trabajadores que los ocupan están expuestos a desarrollar desórdenes traumáticos acumulativos en la parte distal de las extremidades superiores debido a movimientos repetitivos. Así pues, se implican en la valoración la mano, la muñeca, el antebrazo y el codo. El método se basa en la medición de seis variables, que una vez valoradas, dan lugar a seis factores multiplicadores de una ecuación que proporciona el Strain Index. Este último valor indica el riesgo de aparición de desórdenes en las extremidades superiores, siendo mayor el riesgo cuanto mayor sea el índice. Las variables a medir por el o los evaluadores son: la intensidad del esfuerzo, la duración del esfuerzo por ciclo de trabajo, el número de esfuerzos realizados en un minuto de trabajo, la desviación de la muñeca respecto a la posición neutra, la velocidad con la que se realiza la tarea y la duración de la misma por jornada de trabajo.

NIOSH: El método NIOSH consiste en una ecuación, la cual permite evaluar tareas en las que se realizan levantamiento de carga ofreciendo como resultado el peso máximo recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que es posible levantar en las condiciones del puesto para evitar la aparición de lumbalgias y problemas de espalda. Además, el método proporciona una valoración de la posibilidad de aparición de dichos trastornos dadas las condiciones del levantamiento y el peso levantado. Los resultados intermedios sirven de apoyo al evaluador para determinar

los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento.

GINSHT: El método expuesto en la Guía fue desarrollado por el *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo* (INSHT, España), con la finalidad de facilitar el cumplimiento de la legislación vigente en España sobre prevención de riesgos laborales derivados de la manipulación manual de cargas (Real Decreto 487/1997-España). Este método trata de determinar el grado de exposición del trabajador al realizar el levantamiento o transporte de la carga, indicando en cada caso si dicho riesgo cumple con las disposiciones mínimas de seguridad y salud reconocidas como básicas por la legislación vigente, las entidades anteriormente referidas y por la mayoría de especialistas en la materia.

FANGER: fue propuesto en 1973 por P.O. Fanger, en la publicación *Thermal Comfort* (New York, McGraw-Hill, 1973). Este método determina el grado de confort térmico existente. A partir de la información relativa a la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa o la presión parcial del vapor de agua. El método calcula dos índices denominados **Voto medio estimado** (*PMV-predicted mean vote*) y **Porcentaje de personas insatisfechas** (*PPD-predicted percentage dissatisfied*), ambos valores aportan información clara y concisa sobre el ambiente térmico al evaluador. Además mediante sus resultados se puede evaluar si el ambiente térmico del operario es apto y que indumentaria sería necesaria para contrarrestar la temperatura. Para mayor detalle verificar el anexo..

REGI: herramienta que permite evaluar, rediseñar y diseñar regímenes de trabajo y descanso para actividades físicas en ambientes calurosos –o no calurosos-, teniendo en cuenta el consumo energético de las actividades y el ambiente térmico. Enrique Gregori y Pedro R. Mondelo, profesores de la Universitat Politècnica de Catalunya –UPC-, basados en una idea original de Silvio Viña, del ISPJAE de La Habana, desarrollaron el método REGI después realizar varios trabajos de investigación con experimentos de laboratorio y de su aplicación práctica. Este método parte de la consideración de que casi todos los factores presentes en el puesto de trabajo de cualquier actividad influyen integralmente en la capacidad de trabajo físico de las personas, como son: la fatiga provocada por la actividad y su

gasto energético, el dinamismo de las actividades, el ambiente térmico, el ruido, las vibraciones, la iluminación, la monotonía, la desmotivación, etcétera.

1.7.2 Metodologías Generales

LEST: método Lest fue desarrollado por F. Guélaud, M.N. Beauchesne, J. Gautrat y G. Roustang, miembros del Laboratoire d'Economie et Sociologie du Travail (L.E.S.T.), del C.N.R.S., en Aix-en-Provence en 1978. Este método es de carácter global considerando cada aspecto del puesto de trabajo de manera general. No se profundiza en cada uno de esos aspectos, si no que se obtiene una primera valoración que permite establecer si se requiere un análisis más profundo con métodos específicos. El objetivo es, según los autores evaluar el conjunto de factores relativos al contenido del trabajo que pueden tener repercusión tanto sobre la salud como sobre la vida personal de los trabajadores. Antes de la aplicación del método deben haberse considerado y resuelto los riesgos laborales referentes a la Seguridad e Higiene en el Trabajo dado que no son contemplados por el método.

MAPFRE: También denominado método del análisis ergonómico del puesto de trabajo, pretende ser una valoración ergonómica simplificada, en la que, a partir de un análisis general de las condiciones del puesto, se puedan abordar estudios más profundos y específicos de los aspectos considerados como negativos. Este método consta de tres partes perfectamente diferenciadas: una descriptiva, donde se indican los datos más significativos del puesto de trabajo (denominaciones de las máquinas, equipos, materiales empleados, así como una breve descripción de las tareas que se realizan). En esta misma parte lo primero que se realiza es un perfil profesional gráfico del puesto, donde figura la evaluación de cada factor considerado, con cinco niveles, que van desde el 1, el cual supone unas condiciones muy favorables, hasta el 5, que se aplica a aquellas condiciones evaluadas que son precisas de mejorar o corregir, pasando por el grado 3 el cual se ha definido como el "nivel de acción", lo que quiere decir, que es una situación aceptable legal o técnicamente, a partir de la cual se deben introducir correcciones o mejoras.

CAPÍTULO 2. MARCO METODOLÓGICO

Para poder describir bien los métodos que debemos aplicar, debemos describir como se llevará a cabo la metodología en el transcurso de la evaluación, es por este motivo que se presenta las herramientas necesarias.

2.1 Elaboración del estudio de campo

- Cámara de video: Durante el estudio de los diferentes puestos de trabajo se tomara evidencia mediante el uso de accesorios digitales, entre los cuales se pueden distinguir las cámaras de video y las cámaras fotográficas. Estas ayudarán a poder filmar en tiempo real las acciones de cada operario así como poder identificar con mayor rigor las actividades críticas y así poder distinguir los ciclos de trabajo repetitivos.
- Termómetro, sonómetro: Estas herramientas permitirán evaluar las temperaturas críticas en las que es sometido el operario de trabajo en las distintas áreas de la empresa. asimismo se tomará la magnitud de sonido existente en el área la cual influye mucho en el ambiente de trabajo del operario pues, como mencionamos antes, influye mucho en su desempeño.
- Formatos de evaluación: como se describe en el capítulo anterior se usarán formatos de evaluación según las técnicas OCRA, REBA y OWAS donde existen tablas de comparación para poder estimar el estado de un puesto de trabajo, es decir si este es crítico o no. Por otra parte también se contará con la ayuda de un software el cual facilitará el uso de formatos digitales con el propósito de poder estimar según preguntas y datos adquiridos el estado de un puesto de trabajo.

2.2 Identificación del producto de estudio

Para la identificación del producto de estudio, se evaluarán, mediante tablas y gráficas, las ventas en el año 2011 y la preponderancia operativa en cada área de los principales productos, los cuales se dividen en 4 diferentes líneas de producción y se caracterizan por poseer puestos estáticos durante su elaboración, como se verá más detalladamente en el capítulo 3.

A continuación se presentarán la **figura** y la **tabla 2.1**.



Figura 2.1 Ventas de los Productos Representativos de la empresa

Elaboración Propia

Fuente: La empresa

Tabla 2.1 Participación de los productos en las distintas áreas

Áreas/ Productos	Motón de Acero	Pasteca de Acero	Carro Minero	Tanques	Cimbras	Catalinas
Forja	45%	35%	5%	0%	10%	5%
Corte	35%	25%	15%	0%	0%	25%
Mecanizado	15%	25%	45%	0%	0%	15%
Soldado	30%	30%	0%	0%	25%	15%
Estructuras			45%	35%	20%	
Galvanizado	45%	35%				20%
Ensamblado	30%	30%			20%	20%
Tratamiento Térmico	25%	15%				60%

Elaboración Propia

Fuente: La empresa

Como se puede apreciar en la gráfica y tabla mostrada, el producto que más se ha vendido en términos monetarios en el 2011, y el que posee mayor ponderación de participación en las áreas respecto a los productos representativos descritos, es el motón de acero. Además, como se puede apreciar en el anexo 9, las áreas que presentan mayores horas perdidas por lesiones y problemas de salud son aquellas

donde el motón posee mayor participación y a la vez mayor riesgo en el proceso de su manufactura, haciendo importante e imprescindible el estudio de su elaboración.

2.3 Análisis y Evaluación de puestos

Una vez identificado el producto de estudio, se procede a realizar un análisis y evaluación de los procesos que intervienen en su manufactura, verificando, en cada puesto de trabajo, las principales actividades que posean riesgos para la salud del operario. Además se debe identificar, dentro de los puestos críticos, cuál de todos posee mayor grado de peligrosidad debido a la falta de consideración de la ergonomía y salud ocupacional. Para esto se debe tener en cuenta las definiciones previamente realizadas de estas dos disciplinas científicas que nos permiten verificar al puesto de trabajo. Complementariamente, a las observaciones durante el desempeño de las labores de los operarios, en el presente estudio se usará la matriz del método de FINE, en el cual se definen los 5 principales problemas presentados anteriormente, a su vez, estos son calificados para cada área según su probabilidad, consecuencia y efecto con un dígito respectivo en cada actividad, los cuales se multiplican y según el resultado son clasificados según las tablas presentadas en el anexo 11. Esta matriz permitirá priorizar los puestos y actividades más críticas durante la elaboración del motón de acero.

Por otra parte, para la identificación de los principales riesgos durante las labores, se tomará como referencia los accidentes más frecuentes en la planta, no solo por su frecuencia, sino por su efecto. Presentándose así diagramas estadísticos con la información de la empresa.

2.4 Identificación de metodologías ergonómicas

En el presente estudio se evaluarán los puestos de trabajo, seleccionados por la matriz del método de Fine, con las metodologías OWAS, REBA, OCRA y FANGER, ya que consideramos que estas son las más idóneas según la siguiente justificación:

- La mayoría de peligros suscitados en la empresa, según su data histórica manejada hace un año, son del tipo biomecánicos reflejándose en la postura, la forma de agarre, movimientos repetitivos, esfuerzos musculares, entre otros.

Por tal razón y buscando la manera de una aplicación sencilla en las metodologías se seleccionan estas (las descritas al principio).

- Siendo más explícitos en la metodología OCRA, esta es respaldada por las normas UNE-EN 1005-5 e ISO 11228-3 las cuales determinan que este método es el más adecuado para la evaluación de riesgos biomecánicos en extremidades superiores y de movimientos repetitivos.
- Según la data proporcionada por la empresa, existen una gran cantidad de problemas músculo-esqueléticos derivados de problemas de postura, carga y agarre por lo cual las metodologías seleccionadas pueden, de una manera efectiva, verificar el impacto que tienen estas causas sobre el operario en un puesto de trabajo.

2.5 Procedimiento de evaluación ergonómica

Según lo definido anteriormente, una vez que se identifique los puestos más críticos, en el proceso de fabricación de la unidad de estudio, el motón de acero simple sin accesorio, estos serán procesados en formatos de evaluación según lo referido a las técnicas de OWAS, REBA, OCRA y FANGER (los detalles de los métodos descritos se pueden visualizar en el anexo 8). A su vez estas permitirán distinguir que puestos son críticos debido a los movimientos o actividades realizadas por el operario en su ambiente de trabajo, así como las características del ambiente que lo rodea. Para esto, en primera instancia, se debe verificar cada puesto de trabajo dentro de un área de trabajo con una operación o conjunto de operaciones en común. Una vez identificados cada puesto que se presenta en el ciclo de fabricación del producto ya antes mencionado, se debe proceder a la recolección de información de cada uno de estos, mediante el uso de grabadoras o de cámaras de video. Esto permitirá verificar en tiempo real y poder verlas repetidas veces con la intención de evaluar detalladamente las actividades de cada operario y la repetitividad con las que la realizan. Tomada toda evidencia y datos relevantes se requiere procesarlos y poder determinar los puestos críticos existentes. Complementariamente todo esto se llevará a cabo con la ayuda de herramientas de software como UPC tools, Ergofellow y Ergonautas. Los resultados obtenidos en estas, herramientas, constatarán el grado, de criticidad, de cada puesto de trabajo respecto a las operaciones o actividades que se realicen.

A continuación se presentan las tablas de las metodologías propuestas anteriormente, las cuales evaluarán los puestos de las actividades seleccionadas desde una perspectiva diferente.

Método OWAS: Este método califica las actividades según la perspectiva de la carga postural en el cuerpo (espalda, brazo y piernas) en una escala de 4 como muestra la tabla 2.2

Tabla 2.2 Valoración OWAS

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

Fuente: Ergonautas 2010

Elaboración Propia

Método REBA: Este método analiza las actividades realizada por los miembros superiores del cuerpo humano desde una perspectiva de postura, fuerza manejada y tipo de agarre. Su escala de evaluación consta de 5 niveles como podemos apreciar en la tabla 2.3

Tabla 2.3 Valoración REBA

Puntuación Final	Nivel de Acción	Nivel de Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 – 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 -7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 – 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 – 15	4	Muy Alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Fuente: Ergonautas 2010

Elaboración Propia

Método OCRA: Esta metodología se encarga de evaluar las actividades de carácter repetitivo verificando alertando posibles trastornos y/o problemas del tipo músculo-esqueléticos. Su escala de valoración está dividida en 6 diferentes niveles los cuales se detallan en la tabla 2.4

Tabla 2.4 Valoración OCRA

Índice Check List OCRA	Riesgo	Acción sugerida
Menor o igual a 5	Optimo	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: Ergonautas 2010

Elaboración Propia

Método FANGER: Esta metodología se encarga de evaluar las actividades que presentan riesgos de carácter térmico (de temperatura) donde se toman como referencia la información de la vestimenta, la tasa metabólica, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, la velocidad relativa del aire y la humedad relativa. Todo esto en una escala de 7 niveles como se indica en la tabla 2.5

Tabla 2.5 Valoración FANGER

Rango de Valores	Sensación Térmica	Acciones
+3	Muy caluroso	Acción inmediata
+2	Caluroso	Se recomienda tomar medidas
+1	Ligeramente caluroso	se considera normal
0	Neutro	confort térmico
-1	Ligeramente fresco	se considera normal
-2	Fresco	Se recomienda tomar medidas
-3	Frío	Acción inmediata

Fuente: Ergonautas 2010

Elaboración Propia

2.6 Determinación de mejoras ergonómicas

Una vez que todos los puestos seleccionados en la matriz de Fine son evaluados por todas las metodologías seleccionadas, se procede a proponer las mejoras respectivas a cada puesto de trabajo, las cuales derivan en el rediseño, reducción del riesgo o cambio completo de toda el área de trabajo. Para ello con ayuda del AutoCAD se diseñará un modelo antropométrico en función a los grados de libertad de las articulaciones del cuerpo humano, este modelo permitirá adoptar la postura del operario de acuerdo a la información gráfica recolectada en fotografías, así como identificar los ángulos extremos y las modificaciones que se pueden realizar para que se ejecute de una mejor manera la actividad de cada trabajador en su respectivo puesto de trabajo.

Por otra parte tendrá en consideración la comparación directa de los resultados obtenidos con lo más crítico del rango de evaluación en función de la metodología Reba de cada puesto de trabajo, ya que esta es la más completa respecto a todos los miembros involucrados en una actividad. Con la finalidad de poder identificar los miembros del cuerpo que más están siendo sometidos a esfuerzos, cargas, movimientos repetitivos, entre otros.

Asimismo, y una vez asignada las mejoras para cada puesto de trabajo, se procederá a reevaluar cada puesto de trabajo con las metodologías seleccionadas y comparar el impacto que se tendría si se llegara a implementar las mejoras propuesta.

CAPÍTULO 3. CASO DE ESTUDIO Y SELECCIÓN DE TÉCNICAS DE EVALUACIÓN

3.1 DESCRIPCION DE LA EMPRESA

3.1.1 Sector y actividades económicas

La empresa es una compañía manufacturera dentro del rubro de la metal mecánica se especializa en la fabricación de productos para la minería y pesca, así como también efectúan reparaciones de accesorios.

3.1.2 Cultura Corporativa

MISION

Su principal misión es asegurar la productividad de sus clientes, a través de la fabricación de partes y piezas con valor agregado en el momento oportuno y de calidad

VISIÓN

Su visión es convertirse en la empresa líder en ingeniería y fabricación eficiente de productos metalmecánicos para dar soluciones a la industria minera, pesquera y eléctrica en el Perú y el extranjero.

Certificaciones

A solicitud de los principales clientes, la empresa ofrece productos certificados por American Bureau of Shipping ABS, Germanischer Lloyd GL u otra entidad sugerida. Además se homologa a los modelos de gestión ambiental anualmente bajo la supervisión de SGS del Perú. Asimismo se cuenta con un seguro de trabajo con una cobertura de hasta US\$ 2 millones de dólares.

3.1.3 Condiciones laborales

Las condiciones laborales son diferentes para cada operario dentro del proceso productivo, pues influye mucho el cargo que ocupe, como es el caso de un monitor

y también la experiencia con la que cuente dicho trabajador. Es por esto que es muy difícil de controlar el tema de salarios, debido a la variación.

Por otra parte se tiene los diferentes horarios de trabajo de acuerdo al nivel en el que se encuentren, descrito anteriormente.

Área Ejecutiva:

- El turno para los trabajadores normal se cumple de 8 am hasta las 6 pm de lunes a viernes normalmente, donde se tiene una hora de refrigerio; sin embargo esta puede variar de acuerdo a la carga de trabajo.
- El turno para los practicantes es de cumplir 30 horas semanales con horario flexible. Mientras que para algunos, como los de Ingeniería es de 8 am hasta las 8 pm durante 4 días.

Área de Operaciones:

- El turno normal es de 8 am hasta las 6 pm de lunes a sábado, con media hora de refrigerio aparte de poder realizar horas extras u horas de recuperación por permisos autorizados de faltas.
- El turno de vigilancia se divide en dos. El primero es el del día de 8 am hasta las 8 pm aproximadamente, mientras que el siguiente es de 8 pm hasta las 8 am (turno de amanecida)

3.1.4 Definiciones de áreas funcionales

Un área funcional de la planta es aquella que está compuesta por puestos de trabajo de los tipos estáticos y dinámicos. Se caracteriza por la naturaleza de sus procesos. Y las que se encuentran en la empresa de estudio son los siguientes:

Área de Corte: Esta sección se encarga de los procesos de cortado y esmerilado de los distintos materiales que llegan a su área según los planos de referencia y destino de estos (materiales). Por otra parte se encarga de dar apoyo a almacén y detectar fallas en las medidas del material que se corta antes de pasar a otras áreas.

Área de Forjado: Su función principal es la de darle forma al material que entra mediante los procesos de prensado, forjado, doblado, troquelado, embutido, electro-forjado, entre los más representativos.

Área de Soldado: La función principal de esta área es realizar el proceso de Soldado y Apuntalado. Estos (procesos) se realiza con los distintos tipos de soldadura que hay como, soldadura de acabado, llenado y apuntalado.

Área de Mecanizado: Esta sección se encarga principalmente de los procesos de desbastado, cilindrado, biselado, acanalado, agujereado, embocinado, roscado, fresado, entre lo más comunes y representativos. Además se convierte en un área de reproceso cuando se requiere corregir una medida de algún componente como una polea o un carrete.

Área de Estructuras: En esta sección se lleva a cabo los procesos de los productos más representativos de la línea de minería como son los carros mineros. Entre estos (procesos) tenemos el soldado, apuntalado, esmerilado, rolado, doblado, oxicorte y martillado entre los más comunes.

Área de Galvanizado: Esta sección se encarga únicamente del proceso de galvanizado, es decir el bañado en zinc caliente y enfriado en agua. Cabe resaltar que también se realizan procesos como ensamble manual o decapado.

Área de Carpintería: Su función es la fabricar cubiertas o tapas de madera las cuales puedan ser añadidas a la pieza metálica. Entre sus principales procesos tenemos el cortado, limado y barnizado.

Área de Ensamble: Esta área se encarga de las últimas operaciones a los productos, realizando el respectivo ensamble manual en algunas ocasiones, o taladrando los agujeros para productos empernados.

Área de Mantenimiento: Se encarga de revisar periódicamente las máquinas de cada área y de reparar las que no se encuentran en buen funcionamiento. Así también se encarga de las instalaciones de luz para las distintas secciones existentes.

Además se cuenta con otros departamentos como es el caso de Ingeniería, Sistemas y Finanzas, los cuales se describirán a continuación.

Área de Dibujo Mecánico: Se encarga de la elaboración de los planos de los productos que se procederán a manufacturar por el Departamento de Producción en la planta. Apoya directamente al Departamento de Ingeniería a evaluar las simulaciones de la pieza y comprobar su resistencia en distintos campos mecánicos como sometidos a fuerzas de tracción y compresión según su carga de trabajo.

Área de Contabilidad: Su función principal es el de elaborar los estados contables para poder realizar los balances y flujos requeridos para poder financiar los futuros gastos y evaluar las ganancias.

Área de Sistemas: Se encarga de realizar el soporte al sistema que involucra la interacción de todas las áreas en la empresa. Además verifica la información histórica procesada para realizar la planeación en coordinación con producción.

En el Anexo 10 se visualiza el organigrama y el plano de planta de la empresa donde se detalla las áreas y la estructura organizacional de la empresa.

3.1.5 Tipos de puesto de trabajo

Durante la fabricación de los distintos productos característicos de la empresa de estudio, se consideran diferentes tipos de puestos de trabajo en cada área involucrada, existiendo 2 principales que se presentan a continuación.

Puestos estáticos: Los puestos estáticos son aquellos que se caracterizan por poseer, cada puesto, una secuencia de actividades definidas. Mayormente se encuentran este tipo de puesto en la elaboración de los principales productos de la empresa.

Puestos dinámicos: Este tipo de puestos se caracterizan por poseer, cada uno, distintas secuencias de actividades. En su mayoría este tipo de puestos se ven involucrados en la fabricación de los productos que se elaboran estacionalmente en la empresa.

3.1.6 Líneas de Producción

Como se mencionó en el Capítulo 2, los principales productos de la empresa se dividen, según su elaboración, en 4 líneas de producción tal y como presentamos a continuación.

- Pesca: en esta línea se producen los productos destinados para diferentes pesqueras, como los motones de acero y madera, las pastecas burras y las catalinas entre las más representativas.
- Electricidad: en esta línea se destacan los productos como los templadores y los eslabones giratorios
- Minería: esta línea se encarga de la fabricación de productos destinadas a las principales minas, entre los más destacados tenemos la pasteca minera, los carros mineros y las cimbras.

- Mantenimiento y Reparación: esta línea se encarga del mantenimiento y/o reparación de diversos accesorios como las catalinas y pastecas.

3.2 Descripción del producto



Figura 3.1 Motón de Acero sin accesorio

Fuente: La empresa

El motón de Acero es un producto perteneciente a la línea de Pesca en la familia de los motones. Su principal utilización se da en los barcos pesqueros para poder sujetar cargas que se adhieren a las redes de pescar. Además lo más importante a tener en cuenta al efectuar la selección de motones, es el peso de la carga con que se va a trabajar. En los motones de dos o más poleas el peso de la carga se distribuye en varias partes del cabo o cable, mientras que los ganchos o grilletes de los motones tienen que soportar todo el peso.

3.2.1 Componentes del producto

Tapas: las tapas componen el armazón del motón para su respectiva unión

Polea: sirve para el deslice del cable o el cabo según sea el caso

Platinas: las platinas forman parte de la unión entre la polea y las tapas y sirven de refuerzo para el producto

Eje: se ubica transversalmente en la polea y sirve de unión entre las dos tapas

Tubo distanciador: se encarga de separar las tapas una de la otra durante el proceso de cincado

Horquilla: la horquilla es un elemento que se coloca para poder sostener al cáncamo que va adherido como accesorio

Refuerzo de horquilla: como su nombre lo dice es un refuerzo que se ubica dentro de la horquilla

Pasadores: los pasadores se colocan dentro de los tubos distanciadores como refuerzos para separar las tapas.

El producto final: El producto final cuenta con 5 Kg aproximadamente de peso con superficies rugosas por el galvanizado debido a lo cual se hace, de vez en cuando, un pulido final. Además este cuenta con el logo de la empresa como se muestra en la figura 3.1.

3.2.2 Características del producto

- Una de las principales características del motón de acero es su elaboración, la cual involucra diferentes áreas definidas anteriormente, entre las que resaltan, el área de corte, forja, mecanizado, soldado, galvanizado y ensamble siguiendo el flujo mostrado en la figura 3.2 . Dentro de cada una de estas áreas se pueden encontrar diferentes puestos de trabajo, los cuales se caracterizan por ser del tipo estático ya que, al ser el motón de acero un producto representativo de la empresa, poseen actividades definidas que se realizan secuencialmente.

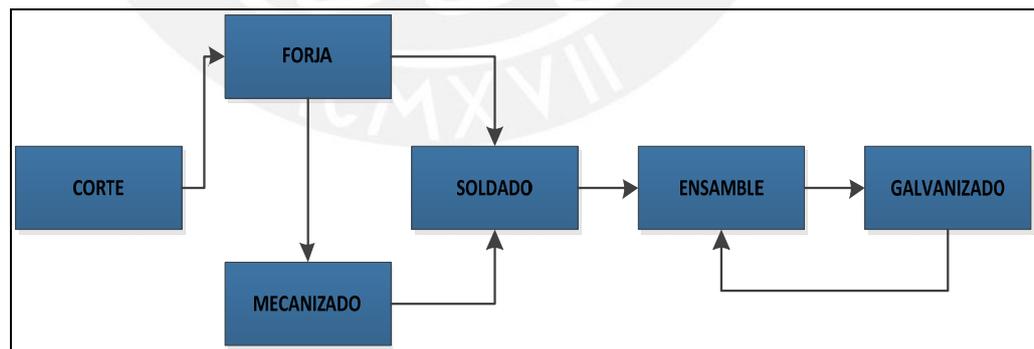


Figura 3.2 Diagrama de flujo de la elaboración del motón de acero

Elaboración Propia

Fuente: La empresa

- Otra de sus principales características de este producto es que, independientemente del tamaño o el accesorio que tenga incorporado, posee la misma secuencia de procesos y actividades en su elaboración haciendo que el análisis de un tipo de motón en especial, como el del presente estudio, pueda ser utilizado para toda la familia de los motones.
- La fabricación del motón de acero se realiza durante todo el año en la planta, es decir no es un producto estacional, ya que los principales clientes, en su mayoría empresas extranjeras, solicitan una cantidad de un motón en especial y la entrega se realiza parcialmente en todo el año, haciendo que su fabricación sea constante y se encuentre dentro de los productos más representativos de la empresa.

3.3 Técnicas seleccionadas

Según los problemas y peligros que se puedan suscitar en una empresa del tipo metalmeccánica, como es la de estudio, y respecto a las justificaciones que se establecieron en el capítulo anterior, se resumen, mediante la tabla 3.1, las metodologías a utilizar según los problemas presentados.

Tabla 3.1 Metodologías seleccionadas según problemas presentados

Problemas presentados	Método OWAS	Método OCRA	Método REBA	Método FANGER
Carga Postural	x			
Postura de trabajo	x		x	
Fuerza de agarre			x	
Actividades repetitivas		x		
Músculo-esqueléticos		x		
Trastornos		x		
Térmicos				x

Elaboración Propia

Esta tabla es genérica y describe el uso de las respectivas metodologías según el peligro o problema que se pueda presentar en cada puesto de trabajo a evaluar.

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LOS PROCESOS DEL PRODUCTO EN ESTUDIO

Antes de proceder a la evaluación se debe realizar un estudio preliminar de los riesgos ergonómicos que afectan a los trabajadores de la empresa en estudio para esto se considera la presentación de análisis preliminares para identificar las principales enfermedades ocupacionales en el rubro de la metalmecánica.

A continuación se presentan datos históricos de las principales enfermedades ocurrientes en las empresas según el Ministerio de Trabajo y asuntos sociales de España

En primera instancia se tiene la distribución de formas de accidente donde podemos apreciar que los sobreesfuerzos poseen una gran porcentaje en formas de accidente, tal y como podemos ver en la **figura 4.1**

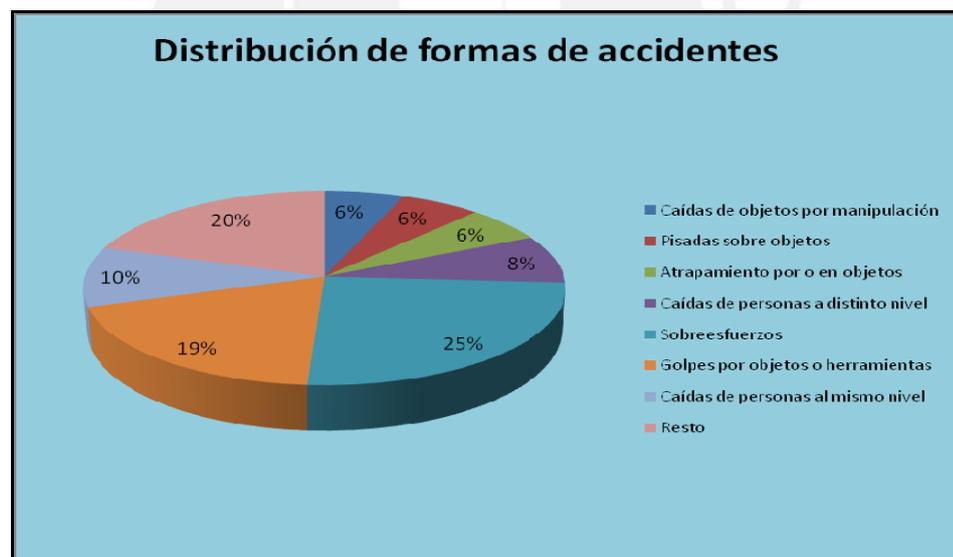


Figura 4.1 Distribución de formas de accidentes

Elaboración Propia

Fuente: Ministerio de Trabajo de España

Luego se evalúa los accidentes según la naturaleza de la lesión en donde podemos divisar que las lumbalgias y las torceduras consolidan un 39% en el total de las enfermedades por lesión como podemos en el anexo 12

4.1 Definición de la criticidad

Como expusimos anteriormente, usaremos 3 distintos métodos para los problemas biomecánicos y un método para los problemas de confort térmico para evaluar e identificar el nivel de riesgo existente en cada actividad, de cada puesto, descrita como crítica. Es por esto que, antes de proceder a las evaluaciones metodológicas descritas, se realizará un análisis de las principales actividades con alto índice de riesgo en el proceso productivo. Una vez identificadas se procederá al estudio descrito anteriormente. Además se tendrá en cuenta el nivel de riesgo existente en cada actividad planteada según la metodología aplicada. Para mayor detalle presentamos las siguientes tablas.

4.2 Selección de los puestos y actividades críticos

Una vez establecidos los criterios de las distintas metodologías a aplicar, procedemos a definir las actividades críticas. Para esto es preciso tener en cuenta las distintas actividades existentes durante la elaboración de un motón de acero simple. Además cabe resaltar que cada proceso involucrado en dicha fabricación, corresponde a un puesto de trabajo, es decir que, por ejemplo, el proceso de oxicorte, se realiza en el puesto de trabajo de oxicorte con sus respectivas actividades y descripciones. Y así establecemos para cada proceso y actividades tal y como se presentan en la tabla 4.1

Tabla 4.1 Actividades detalladas de los procesos

AREAS	PROCESOS	ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
CORTE	Oxicorte	Cargar las planchas de acero	Un operario se encarga de cargar las planchas en el pantografo
		Colocar las piezas en el pantografo	Ajustar las planchas con mordazas al pantógrafo
		Calibrar el pantografo	El operario hace un corte previo a la figura trazada
		Trazar las piezas a cortar	El operario en posición de flexión dibuja las figuras en las planchas
		Cortar las piezas	El operario coge la pistola del pantógrafo y corta
		Juntas las piezas	El operario coge las piezas con la mano y las coloca en una canastilla
	Esmerilado	Colocar las piezas en el esmeril	El operario coloca las piezas cerca al esmeril
		Esmerilar todas las piezas	El operario activa la máquina de esmerilado y procede al depurado
		Colocar las piezas en una canastilla	El operario traslada las piezas esmeriladas hacia las canastillas
	Corte	Colocar las varillas en el torno revolver	El operario coloca las varillas cerca al torno revolver
		Cortar las piezas	El operario activa el torno revolver y corta las piezas
		Colocarlas en una canastilla	El operario traslada las piezas cortadas hacia las canastillas
FORJA	Corte	Cargar las platinas en el caballete	Un operario traslada cinco platinas al puesto de trabajo y coloca una en los caballetes
		Calibrar la maquina	El operario hace un corte previo a la platina
		Cortar en la prensa	El operario corta la platina con la máquina
		Colocar las piezas en una mesa	El operario junta 10 piezas y las coloca en una mesa
	Calentado	Recoger las piezas	El operario coge cinco piezas
		Colocar las piezas en el horno	El operario coloca las cinco piezas en el horno cuyas llamas están a 800 °C
	Prensado	Sacar las piezas del horno	El operario haciendo uso de una varilla abre el horno y con una tenaza coge la pieza
		Colocar las piezas en la prensa	El operario traslada las piezas y las coloca sobre la prensa
		Prensar las piezas	El operario procede a prensar las piezas y luego las retira
		Colocarlas en la canastilla	El operario coloca las piezas prensadas en una canastilla
	Doblado	Sacar las piezas de la canastilla	El operario retira las piezas de la canastilla
		Colocarlas en la prensa	El operario coloca las piezas entre la matriz y la prensa
		Prensar las piezas	El operario presiona de a pocos a la pieza hasta tomar la forma de la matriz establecida
		Colocar las piezas en una canastilla	El operario coloca las piezas dobladas en una canastilla
	Troquelado	Colocar las piezas en la prensa	El operario traslada las piezas y las coloca sobre la prensa
		Calibrar la maquina	El operario hace marcas con la prensa en donde va a realizarse el troquelado
		Troquelar las piezas	El operario prensa la pieza utilizando el troquel

FORJA	Calentado 2	Colocar las piezas cortadas en agua	El operario coloca las piezas en el agua y luego en el ácido
		Coger las piezas y colocarlas en la electroforja	El operario coge las piezas con la mano y las coloca en la electroforja
		Electroforjar	El operario con la electroforja calienta la temperatura de la pieza hasta 800°C
		Colocar las piezas en la prensa	una vez que las piezas llegan a la temperatura descrita, 800°C, se colocan en la prensa
		Prensar los pasadores	Los pasadores una vez colocados en la prensa, se proceden a, valga la redundancia, prensar
		Colocarlos en una canastilla	Los pasadores prensados son colocados en una canastilla
MECANIZADO	Mecanizado	Colocar las piezas en el torno	Las piezas cortadas son colocadas en el torno
		Proceder a mecanizar las piezas	Una vez colocadas en el torno, las piezas son mecanizadas
		Colocar las piezas en el suelo	Una vez procesadas las piezas son colocadas en el suelo
	Refrentado	Colocar las piezas en el torno	Las piezas son colocadas y ajustadas al torno correspondiente
		Proceder a refrentar ambas caras de la pieza	El operario proceder a refrentar la pieza transversal y axialmente
		Colocar las piezas en una canastilla	Una vez finalizado el refrentado, las piezas se colocan en una canastilla
	Embocinar	Colocar la bocina con la polea en la prensa	La bocina y la polea son colocadas en una prensa hidráulica
		Embocinar ambos componentes	Se procede a embocinar colocando la bocina dentro de la polea
		Colocar la bocina de bronce en el torno	Una vez terminado el operario procede a colocar las piezas en una canastilla
	Corte	Colocar la bocina en el torno	El operario coloca la bocina de bronce en el torno indicado para proceder a cortar
		Cortar las bocinas según las medidas	Una vez colocada la bocina es cortada según las medidas requeridas
		Colocar las piezas en una canastilla	Las piezas cortadas son colocadas por el operario en una canastilla
SOLDADO	Soldar	Coger dos piezas distintas	El operario junta dos piezas distintas
		Apuntalar las piezas	Mediante el apuntalado, el operario junta permanentemente las piezas
		Limar residuos de la pieza soldada	Una vez apuntaladas las piezas se hace un depurado de la soldadura restante
		Soldar las piezas	Las piezas ya apuntaladas y depuradas son soldadas y colocadas en el suelo
ENSAMBLE	Taladrar	Colocar las tapas en el taladro	Las piezas, tapas, son colocadas en el taladro por un operario
		Marcar las piezas	Una vez colocadas en el taladro, el operario procede a realizar las marcas con un punzón
		Taladrar las piezas	El operario procede a taladrar las piezas, manipulando de a pocos la manija del taladro
		Colocar las piezas en una bandeja de transporte	Una vez taladrada las piezas, son colocadas por el operario en una mesa para el ensamble final
	Ensamblar	Colocar todas las partes en la mesa	En una mesa son colocadas, por diferentes operarios, las piezas para el ensamble final
		Ensamblar las piezas manualmente	Las piezas son ensambladas manualmente por 3 operarios
GALVANIZADO	Galvanizar	Colocar las piezas en la tina de zinc	Un operario coloca las piezas en la tina de zinc para el galvanizado
		Remojar las piezas por 5 minutos en el zinc	El operario remoja estas piezas por 5 minutos aproximadamente
		Enfriar piezas y colocarlas en una mesa	Una vez pasado el tiempo, el operario las remoja en agua y las coloca en una mesa

Elaboración propia

4.3 Selección de peligros ergonómicos y salud ocupacional

Durante el proceso de fabricación de un motón existen diversos peligros para los trabajadores. Estos, peligros, deben ser detectados, especificados y cuantificados con el propósito de poder controlarlos, ya que no se puede controlar lo que no se cuantifica. Es por eso que el siguiente la figura 4.2 muestra los principales peligros y enfermedades ocupacionales en la empresa de estudio

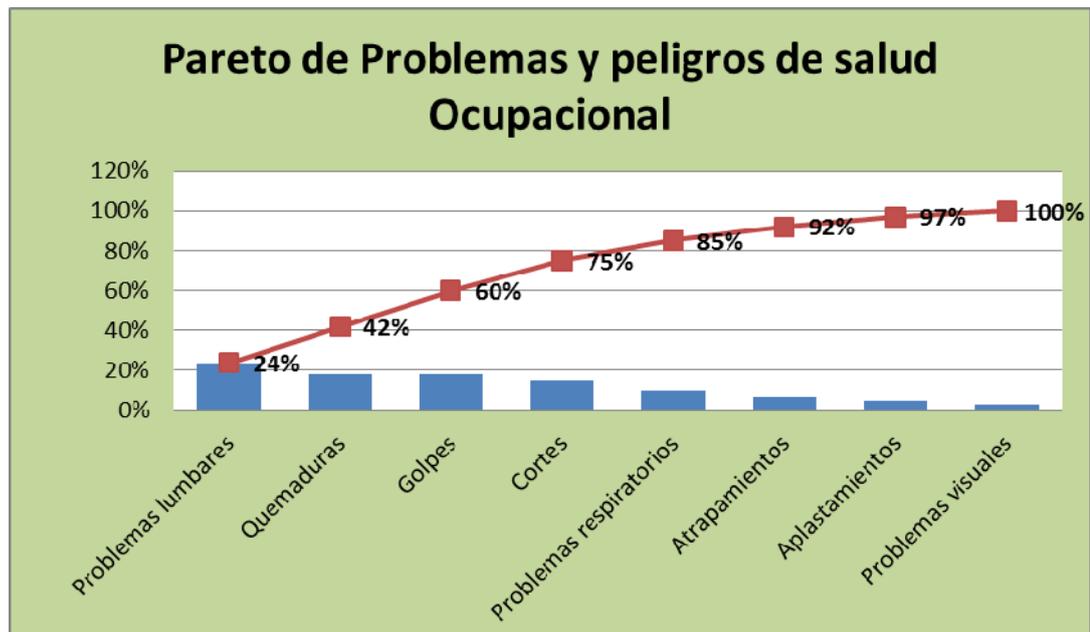


Figura 4.2 Principales peligros y problemas de salud ocupacional en la planta

Fuente: La empresa

Elaboración Propia

Luego de ver el diagrama Pareto presentado, se identificarán los principales problemas y peligros de salud ocupacional en la empresa, distinguiendo así los siguientes:

Problemas lumbares: Los problemas lumbares son ocasionados por fallas en el funcionamiento mecánico de la columna vertebral, como consecuencia de las exigencias en la espalda. Esto producto del esfuerzo para cargar grandes pesos, mala postura al sentarse o pararse.

Quemaduras: Las quemaduras son causadas por diversos factores como contacto con las llamas, líquidos calientes y exposición a altas y bajas temperaturas. Además dentro de una planta se puede encontrar las quemaduras del tipo químico y eléctrico.

Cortes: Los cortes son causados por el contacto con superficies filosas. En la zona de la planta se puede encontrar una serie de peligros de corte como es el caso de las virutas.

Golpes: Los golpes son producidos por el contacto brusco entre dos o más superficies. Estos mayormente se producen por el mal manejo de los materiales o herramientas en la planta.

Enfermedades respiratorias: Las enfermedades respiratorias son producto del contacto con microorganismos o sustancias tóxicas, las cuales se pueden encontrar en el ambiente mismo de trabajo.

A continuación se presenta la tabla de Fine con los peligros y problemas registrados.

Tabla 4.2 Principales peligros por actividad en la Empresa

NRO DE ACTIVIDADES	ACTIVIDADES	problemas lumbares	quemaduras	cortes	golpes	enfermedades respiratorias
ACTIVIDAD 1	Cargar las planchas de acero	x		x	x	
ACTIVIDAD 2	Colocar las piezas en el pantografo	x		x	x	
ACTIVIDAD 3	Calibrar el pantografo	x			x	
ACTIVIDAD 4	Trazar las piezas a cortar					
ACTIVIDAD 5	Cortar las piezas	x	x	x		x
ACTIVIDAD 6	Juntas las piezas	x	x	x	x	
ACTIVIDAD 7	Colocar las piezas en el esmeril			x	x	
ACTIVIDAD 8	Esmerilar todas las piezas			x	x	
ACTIVIDAD 9	Colocar las piezas en una canastilla			x	x	
ACTIVIDAD 11	Cortar las piezas			x	x	
ACTIVIDAD 13	Cargar las platinas en el caballete	x			x	
ACTIVIDAD 14	Calibrar la maquina	x		x	x	
ACTIVIDAD 15	Cortar en la prensa	x		x	x	
ACTIVIDAD 16	Colocar las piezas en una mesa				x	
ACTIVIDAD 17	Recoger las piezas	x			x	
ACTIVIDAD 18	Colocar las piezas en el horno	x	x		x	

ACTIVIDAD 19	Sacar las piezas del horno	x	x		x	
ACTIVIDAD 20	Colocar las piezas en la prensa	x	x		x	
ACTIVIDAD 21	Prensar las piezas		x		x	
ACTIVIDAD 22	Colocarlas en la canastilla	x	x		x	
ACTIVIDAD 23	Sacar las piezas de la canastilla	x	x		x	
ACTIVIDAD 24	Colocarlas en la prensa	x	x		x	
ACTIVIDAD 25	Prensar las piezas	x	x		x	
ACTIVIDAD 26	Colocar las piezas en una canastilla	x	x		x	
ACTIVIDAD 27	Colocar las piezas en la prensa	x			x	
ACTIVIDAD 28	Calibrar la maquina	x			x	
ACTIVIDAD 29	Troquelar las piezas	x			x	
ACTIVIDAD 30	Colocarlas en una mesa	x			x	
ACTIVIDAD 31	Colocar las piezas cortadas en agua		x			
ACTIVIDAD 32	Coger las piezas y colocarlas en la electroforja		x			x
ACTIVIDAD 33	Electroforjar		x			
ACTIVIDAD 34	Colocar las piezas en la prensa		x			
ACTIVIDAD 35	Prensar los pasadores		x		x	
ACTIVIDAD 36	Colocarlos en una canastilla		x		x	
ACTIVIDAD 37	Colocar las piezas en el torno	x		x	x	
ACTIVIDAD 38	Proceder a mecanizar las piezas	x		x	x	
ACTIVIDAD 39	Colocar las piezas en el suelo	x		x	x	
ACTIVIDAD 40	Colocar las piezas en el torno	x		x	x	
ACTIVIDAD 41	Proceder a refrentar ambas caras de la pieza	x		x	x	
ACTIVIDAD 42	Colocar las piezas en una canastilla				x	
ACTIVIDAD 43	Colocar la bocina con la polea en la prensa	x		x	x	
ACTIVIDAD 44	Embocinar ambos componentes	x		x	x	
ACTIVIDAD 45	Colocar la bocina de bronce en el torno				x	
ACTIVIDAD 46	Colocar la bocina en el torno	x		x	x	
ACTIVIDAD 47	Cortar las bocinas según las medidas	x		x	x	
ACTIVIDAD 48	Colocar las piezas en una canastilla			x	x	
ACTIVIDAD 49	Coger dos piezas distintas	x			x	
ACTIVIDAD 50	Apuntalar las piezas	x	x		x	x
ACTIVIDAD 51	Limar residuos de la pieza soldada	x	x	x	x	
ACTIVIDAD 52	Soldar las piezas	x				x
ACTIVIDAD 53	Colocar las tapas en el taladro	x		x	x	
ACTIVIDAD 54	Marcar las piezas	x		x	x	
ACTIVIDAD 55	Taladrar las piezas	x		x	x	
ACTIVIDAD 56	Colocar las piezas en una bandeja de transferencia	x		x	x	
ACTIVIDAD 57	Colocar todas las partes en la mesa	x			x	
ACTIVIDAD 58	Ensamblar las piezas manualmente	x			x	
ACTIVIDAD 59	Colocar las piezas en la tina de zinc	x	x		x	x
ACTIVIDAD 60	Remojar las piezas por 5 minutos en el zinc	x	x		x	x
ACTIVIDAD 61	Enfriar piezas y colocarlas en una mesa	x	x		x	x

Elaboración propia

4.4 Selección de actividades críticas

Dentro de las actividades descritas, existen algunas que conllevan un gran riesgo por la frecuencia en la que se realizan, otras se refieren a las consecuencias de los accidentes que se puede ocasionar, en estas actividades, y otras a la exposición que conlleva hacerlas. Es por esto que, para tener una mejor visión de las principales actividades críticas, se desarrollará la metodología de FINE, la cual ayudará a evaluar cada actividad y compararla con los principales peligros ergonómicos descritos anteriormente. El desarrollo de la evaluación se observa en el anexo 13

Establecidos los resultados de los riesgos en cada uno de los peligros o daños más frecuentes en la planta, se procede a clasificar y evaluar los más críticos, en los cuales aplicaremos las diferentes metodologías descritas en el capítulo 3 para una mejor visión de la actividad.

Cabe resaltar que en esta evaluación puede existir una actividad en un puesto de trabajo que cuente con todos los peligros descritos anteriormente y que no haya salido en la matriz de evaluación como crítico dado que este estudio se enfoca, en primera instancia, en evaluar las actividades que presenten al menos un peligro latente; sin embargo esto no quiere decir que se esté dejando de lado o que no se haga alguna referencia para solucionar estos peligros, ya que solamente se está siguiendo un orden de prioridad

Tabla 4.3 Resultados de la calificación del método De Fine

NRO DE ACTIVIDADES	problemas lumbares	quemaduras	cortes	golpes	enfermedades respiratorias	RIESGO EXISTENTE	
ACTIVIDAD 1	450	0	10	3	0	450	RIESGO MUY ALTO
ACTIVIDAD 2	450	0	1	1	0	450	RIESGO MUY ALTO
ACTIVIDAD 3	1	0	0	1	0	1	
ACTIVIDAD 4	270	1	0.5	45	0	270	RIESGO ALTO
ACTIVIDAD 5	60	1	3	0	45	60	
ACTIVIDAD 6	5	0.5	0.1	2	0	5	
ACTIVIDAD 7	0	0	1.5	1	0	1.5	
ACTIVIDAD 8	0	0	3	1	0	3	
ACTIVIDAD 9	0	0	0.3	5	0	5	
ACTIVIDAD 10	0.1	0	0	1	0	1	
ACTIVIDAD 11	0	0	1.5	0.5	0	1.5	
ACTIVIDAD 12	0	0	1.5	1	0	1.5	
ACTIVIDAD 13	90	0	0	1	0	90	
ACTIVIDAD 14	5	0	0.5	1	0	5	
ACTIVIDAD 15	1	0	0.5	1	0	1	
ACTIVIDAD 16	0	0	0	1	0	1	
ACTIVIDAD 17	1	0	0	5	0	5	
ACTIVIDAD 18	1	75	0	1	0	75	
ACTIVIDAD 19	5	270	0	0.5	0	270	RIESGO ALTO
ACTIVIDAD 20	10	10	0	1	0	10	
ACTIVIDAD 21	0	5	0	1	0	5	
ACTIVIDAD 22	1	5	0	1	0	5	
ACTIVIDAD 23	3	5	0	1	0	5	
ACTIVIDAD 24	1	10	0	1	0	10	
ACTIVIDAD 25	1	1	0	2.5	0	2.5	
ACTIVIDAD 26	1	1	0	1	0	1	
ACTIVIDAD 27	6	0	0	1	0	6	
ACTIVIDAD 28	1	0	0	0.5	0	1	
ACTIVIDAD 29	5	0	0	1	0	5	
ACTIVIDAD 30	5	0	0	1	0	5	
ACTIVIDAD 31	0	30	0	0	0	30	
ACTIVIDAD 32	0	1	0	0	0	1	
ACTIVIDAD 33	0	10	0	0	0	10	
ACTIVIDAD 34	0	150	0	0	0	150	
ACTIVIDAD 35	0	5	0	0.5	0	5	
ACTIVIDAD 36	0	1	0	2.5	0	2.5	
ACTIVIDAD 37	1	0	0.3	1	0	1	
ACTIVIDAD 38	1	0	1.5	1	0	1.5	
ACTIVIDAD 39	10	0	0.3	1	0	10	
ACTIVIDAD 40	5	0	5	2	0	5	
ACTIVIDAD 41	5	0	5	2	0	5	
ACTIVIDAD 42	0	0	0	0	0	0	
ACTIVIDAD 43	5	0	1	2	0	5	
ACTIVIDAD 44	5	0	1	2	0	5	
ACTIVIDAD 45	0	0	0	3	0	3	
ACTIVIDAD 46	5	0	1	3	0	5	
ACTIVIDAD 47	5	0	1	3	0	5	
ACTIVIDAD 48	0	0	1	2	0	2	
ACTIVIDAD 49	5	0	0	3	0	5	
ACTIVIDAD 50	5	5	0	3	5	5	
ACTIVIDAD 51	5	3	1	7.5	0	7.5	
ACTIVIDAD 52	450	50	0	0	450	450	RIESGO MUY ALTO
ACTIVIDAD 53	450	0	15	0.3	0	450	RIESGO MUY ALTO
ACTIVIDAD 54	5	0	1.5	3	0	5	

ACTIVIDAD 55	5	0	3	15	0	15
ACTIVIDAD 56	300	0	3	3	0	300
ACTIVIDAD 57	5	0	0	3	0	5
ACTIVIDAD 58	5	0	0	3	0	5
ACTIVIDAD 59	5	180	0	15	0	180
ACTIVIDAD 60	5	180	0	15	0	180
ACTIVIDAD 61	5	180	0	10	0	180

RIESGO ALTO

Elaboración propia

4.5 Evaluación de puestos críticos

De la tabla 4.3 presentada anteriormente se determinaron los siguientes puestos críticos, con sus respectivas actividades, los cuales serán analizados aplicando las metodologías, seleccionadas en el capítulo 3, que se presentan en la tabla 4.4.

Tabla 4.4 Puestos críticos y sus respectivas metodologías de evaluación

PUESTOS	ACTIVIDADES	Método OWAS	Método OCRA	Método REBA	Método FANGER
Puesto de Corte	Actividad 1: Carga de plancha de acero	x	X	x	
	Actividad 2: Ajusto de planchas en el pantógrafo	x	X	x	
	Actividad 4: Trazo de planchas	x	X	x	
Puesto de Forja	Actividad 19: Sacar las piezas del horno				x
Puesto de Soldado	Actividad 52: Apuntalado y soldado de las piezas	x	X	x	
Puesto de Ensamble	Actividad 53: Taladrado de tapas y platinas	x	X	x	
	Actividad 56: Consolidación de tapas y platinas procesadas	x	X	x	

Elaboración Propia

Según lo mostrado en la tabla 4.4, se presenta a continuación los análisis del puesto de oxicorte, con la actividad 1 como referencia, y del puesto de forja, con su respectiva actividad como referencia, como los más representativos en la aplicación de las metodologías a aplicar, desarrollando los demás en el anexo 14

4.5.1 Puesto de Oxicorte

Actividad 1: Cargar Plancha de acero

El operario recoge desde el suelo una plancha de acero de aproximadamente 30 Kg y la va arrastrando hasta el pantógrafo, donde lo levanta hasta una altura de 1,25 m describiendo un ángulo de 30° como apreciamos en la figura 4.3



Figura 4.3 Actividad 1: Cargar Plancha de acero

Fuente: Empresa

Elaboración propia

A continuación se presentan los análisis de las diferentes metodologías seleccionadas para esta actividad del puesto de oxicorte.

4.5.1.1 Método OWAS

		Piernas																					
		1			2			3			4			5			6			7			
		Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Espalda	Brazos																						
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Figura 4.4 Cuadro de identificación de Valorización – OWAS

Fuente: Ergonautas 2010

Elaboración propia

Posición de espalda

Durante esta actividad se seleccionó el dígito 2 del código de postura, ya que durante la actividad el operario tiene que encorvarse y flexionar el tronco describiendo una inclinación mayor a 20°. Esto lo realiza debido a que la plancha colocada sobre el pantógrafo está completamente echada y es necesario que se encorve para que pueda ejecutar la actividad

Posición de brazos

Para esta actividad se seleccionó el dígito 1 del segundo código de postura, debido a que el operario siempre mantiene el brazo por debajo del hombro para que pueda alcanzar y trasladar los trazos que se hace en la plancha.

Posición de piernas

Esta actividad es seleccionada con el dígito 4 del tercer código de postura ya que el operario se encuentra en conluías para poder ejecutar la actividad descrita.

Cargas y fuerzas

Para esta actividad se describe un dígito de **1** del cuarto código de postura ya que la carga es menor a 10 kg. Resaltando que el operario se encuentra encima de la plancha la cual es colocada en el pantógrafo

Una vez evaluados cada uno de los niveles de riesgo asociado a cada uno de los factores evaluados, se procede a determinar la ponderación final correspondiente a la actividad, para la cual utilizamos la imagen 1 de la tabla de valoración OWAS. La puntuación obtenida es **3**, como se observa en la **figura 4.4**

4.5.1.2 Método OCRA

Factor de Recuperación

Durante la operación descrita en la figura se realiza un periodo de reposo de aproximadamente 10 min, teniendo en cuenta que el operario no solamente realiza esta actividad dentro de su rutina laboral, sino otras actividades. Es por esto que podía adoptar la alternativa de una interrupción de al menos **8/10 min** cada hora obteniendo la puntuación de **0** según la **tabla 4.5**

Tabla 4.5 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: Universidad UPV

Factor Frecuencia

La frecuencia respecto a la operación se realiza en función a acciones dinámicas dado que la manipulación de la plancha de acero se hace constante durante la actividad con descansos muy pequeños. Para objeto de estudio se considera que el movimiento de los brazos es bastante rápido con más de 40 acciones por minuto permitiéndose pequeñas pausas. Es por esto que según la **tabla 4.6** se le designa a esta actividad **3**

Tabla 4.6 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: Universidad UPV

Factor Fuerza

Dado que durante la actividad de la figura, la fuerza ejercida con los brazos es significativa para poder movilizar la plancha de acero, y además esta fuerza se encuentra presente durante todo el movimiento, el cual se caracteriza por ser necesario empujar la plancha. Además la intensidad aplicada se caracteriza por el uso

de mucha fuerza, en la **Tabla 4.7** de una puntuación de **6**, por un periodo muy corto de aproximadamente 1 % del tiempo de trabajo, puntuación de **8** según **Tabla 4.8**

Tabla 4.7 Intensidad de Fuerza de la Actividad 1

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

Elaboración Propia

Fuente: Universidad UPV

Tabla 4.8 Duración de Fuerza intensa de la Actividad 1

Fuerza intensa (5-6-7 puntos en la escala de Borg).		
Duración		Puntos
2 segundos cada 10 minutos		4
1% del tiempo		8
5% del tiempo		16
más del 10% del tiempo		24

Elaboración Propia

Fuente: Universidad UPV

Factor Postura

En este factor se evalúa la postura asociada a la posición del hombro, del codo, de la muñeca y de las manos. En el caso de los hombros se nota en la actividad que describen se asemeja a la posición de los brazos a la altura de los hombros y sin soporte más o menos un **10%** del tiempo, puntaje de **2** según **Tabla 4.9**. El caso del codo, este realiza movimientos repentinos al menos un tercio del tiempo, según **Tabla 4.10** puntaje **2**. En el caso de la muñeca, esta permanece doblada en una posición

forzada al menos 1/3 del tiempo de la actividad con puntaje de **2** según **Tabla 4.11**. Por último, en el caso de las manos, estas describen un agarre con las palmas casi abiertas más de la mitad del tiempo de la operación describiendo un puntaje de **4** según la **Tabla 4.13**. Adicionalmente, cabe resaltar que movimientos estereotipados con la acción de todos los miembros superiores entre 12 segundos, con **1,5** según la **Tabla 4.14**.

Tabla 4.9 Postura de Hombros en la Actividad 1

HOMBRO	Puntos
<i>Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.</i>	
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: Universidad UPV

Tabla 4.10 Postura del Codo de 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: Universidad UPV

Tabla 4.11 Postura de la Muñeca 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: Universidad UPV

Tabla 4.12 Agarre de 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).
Otros tipos de agarre similares.

Elaboración Propia

Fuente: Universidad UPV

Tabla 4.13 Duración de 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: Universidad UPV

Tabla 4.14 Movimientos Estereotipados para 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 si).	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: Universidad UPV

Factores Adicionales

Durante el estudio y examinación de la actividad se pudo identificar los riesgos adicionales que presenta, entre los cuales se destaca el no uso de guantes para el manipuleo más de la mitad del tiempo al cual corresponde, según la **Tabla 4.15**, un puntaje de **2** y la existencia de otros factores adicionales concurrentes que también le suman **3** puntos.

Tabla 4.15 Factores Adicionales de 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: Universidad UPV

Multiplicador correspondiente a la duración neta del movimiento repetitivo, identificando la duración del movimiento en todo un ciclo de trabajo, se puede notar que el tiempo real de la actividad fluctúa entre 60 a 120 minutos, según la **Tabla 4.16**, siendo el multiplicador de corrección de **0,5**.

Tabla 4.16 Duración Real del movimiento de la Actividad 1

Duración 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: Universidad UPV

Teniendo todos los resultados y con el multiplicador de la duración neta, se procede a clasificar la acción a seguir para esta actividad, dando un resultado de **15,75** como se muestra en la **Tabla 4.17**, ubicándolo en el estado de **medio** según lo mostrado en la **Tabla 4.18**

Tabla 4.17 Resumen de Evaluación de Factores de la Actividad 1

FACTORES DE EVALUACIÓN DEL MÉTODO OCRA	VALOR
Tabla 4.5 Factor de Recuperación de la Actividad 1	0
Tabla 4.6 Acciones Técnicas Dinámicas en la Actividad 1	3
Tabla 4.7 Intensidad de Fuerza de la Actividad 1	6
Tabla 4.8 Duración de Fuerza intensa de la Actividad 1	8
Tabla 4.9 Postura de Hombros en la Actividad 1	2
Tabla 4.10 Postura del Codo de la Actividad 1	2
Tabla 4.11 Postura de la Muñeca en la Actividad 1	2
Tabla 4.13 Duración de la Actividad 1	2
Tabla 4.14 Movimientos Estereotipados para la Actividad 1	1,5
Tabla 4.15 Factores Adicionales de la Actividad 1	2
Tabla 4.15 Factores Adicionales de la Actividad 1	3
Tabla 4.16 Duración Real del movimiento de la Actividad 1	0,5
RESULTADO FINAL DE EVALUACIÓN	15,75

Elaboración Propia

Tabla 4.18 Cuadro de Resultados de la Actividad 1 OCRA

Índice Check List OCRA	Riesgo	Acción sugerida
Menor o igual a 5	Optimo	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: Universidad UPV

4.5.1.3 Método REBA

En este método se tiene, en primera instancia 2 grupos, el primer grupo denominado A contiene la evaluación del tronco, cuello y piernas. Como podemos notar en la **figura 4.5**, se muestra las condiciones del tronco el cual se encuentra en flexión describiendo un ángulo de entre **20°** y **60°**. Además se tiene al cuello, el cual describe una posición normal

Grupo A: Tronco, cuello y piernas

Posición del tronco.

Indique la posición del tronco del trabajador.

- 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.

Indique además si...

- Existe torsión o inclinación lateral del tronco.

Posición del cuello.

Indique la posición del cuello del trabajador.

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

Figura 4.5 Evaluación Reba

Fuente: UPC TOOLS

Por otra parte se describen las piernas las cuales se encuentran flexionadas de manera equilibrada para cargar la plancha de acero.

Indique además si...

- Existe torsión o inclinación lateral del cuello.

Posición de las piernas

Indique la posición de las piernas del trabajador.

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

Indique además 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).

Figura 4.6 Evaluación Reba

Fuente: UPC TOOLS

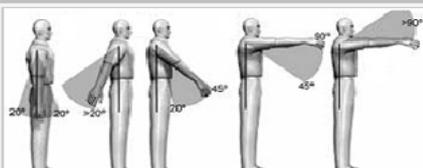
Luego se tiene el **Grupo B** compuesto por las extremidades como es el caso del brazo, antebrazo y muñeca. En la **figura 4.7** se tiene una posición del brazo en el límite describiendo una flexión de entre **46°** y **90°**. Además ambos brazos se encuentran abducidos y la posición del antebrazo describe un ángulo por encima de 60°. Asimismo la muñeca comprende una flexión de entre **0°** a **15°**, existiendo además desviación lateral de la muñeca.

Grupo B: Extremidades superiores

Posición del brazo

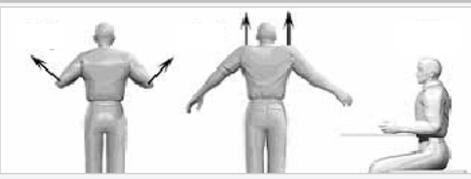
Indique el ángulo de flexión del brazo del trabajador.

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.



Indique además si...

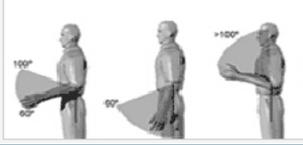
El brazo está abducido o rotado.
 El hombro está elevado.
 Existe apoyo o postura a favor de la gravedad.



Posición del antebrazo

Indique la posición del antebrazo del trabajador.

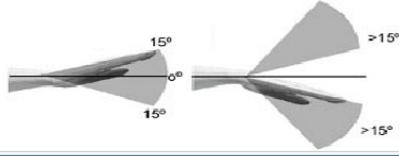
El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
 El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



Posición de la muñeca

Indique la posición de la muñeca del trabajador.

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



Indique además si...

Existe torsión o desviación lateral de la muñeca.

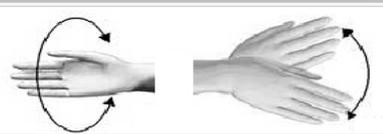


Figura 4.7 Evaluación Reba

Fuente: UPC TOOLS

Después viene la evaluación de carga y agarre donde, según la **figura 4.8**, se puede ver que el peso de la carga es mayor a **10 Kg** lo cual es crítico. Además el agarre es regular y más de una parte permanece estática soportando todo el peso por más de un minuto, como son los casos de los brazos.

Fuerzas ejercidas, tipo de agarre y tipo de actividad muscular.

Fuerzas ejercidas.

Indique 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.



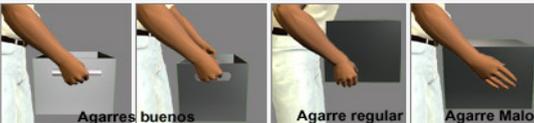
Indique además si...

La fuerza se aplica bruscamente.

Tipo de agarre.

Indique el tipo de agarre de la carga manejada.

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).



Tipo de actividad muscular.

Indique el tipo de actividad muscular del trabajador.

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.

Figura 4.8 Evaluación Reba

Fuente: UPC TOOLS

Una vez evaluado estos criterios referentes a la metodología REBA, se procede a la puntuación final, donde se obtiene los siguientes resultados mostrados en la **figura 4.9** dando a entender un riesgo muy alto debido al peso que carga y a la posición que adopta al momento de hacerlo.

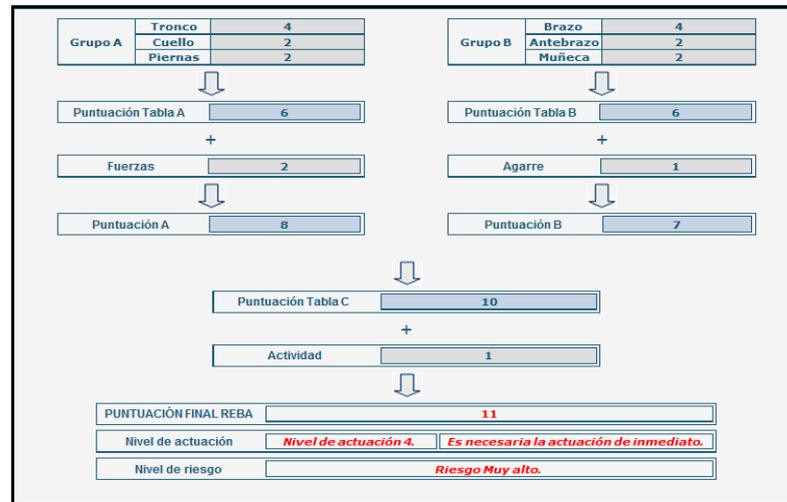


Figura 4.9 Evaluación Reba

Fuente: UPC Tools

4.5.2 Puesto de Forja

Actividad 19: Sacar piezas del horno

El operario extrae las piezas del horno a una temperatura de 1200°C, tal y como se muestra en la figura 4.10. Además cabe mencionar que esta actividad será evaluada mediante la metodología FANGER como se especificó en la matriz de FINE.



Figura 4.10 Actividad 19: Sacar piezas de horno, Evaluación Fanger

Fuente: La empresa

El operario retira, con las tenazas, las piezas del horno, colocándolas en una canastilla para el siguiente proceso de prensado.

4.5.2.1 Método FANGER

En primera instancia se tiene el metabolismo de la persona, que según los calculados se obtiene un aproximado de **205 W/m²**. Además con la ayuda de un sensor de temperatura brindado por la empresa pudimos obtener la temperatura del ambiente o seca del aire que se aproxima a los **25°C**.

Por otra parte y teniendo en cuenta un aproximado se calcula la velocidad de aire en un **1 m/s**. Además se tiene en cuenta que se usa ropa de trabajo dando un indicado **CLO de 0.8**. Adicionalmente al estudio se tiene el dato que el gas usado es natural por lo tanto se obtiene en función de vapor de agua una presión de **1,5 KPa**.

Mediciones

Metabolismo	<input type="text" value="205"/>	W/m ²
Temperatura seca del aire	<input type="text" value="25"/>	°C
Radiación		
Temperatura de globo	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Temperatura radiante media	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="30"/>
Velocidad del aire	<input type="text" value="1"/>	m/s
Aislamiento de la ropa	<input type="text" value="Ropa de trabajo (0.8)"/> clo	
Humedad		
Humedad relativa	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
Presión parcial vapor de agua	<input checked="" type="radio"/>	<input type="text" value="1.5"/>

Figura 4.11 Evaluación Fanger

Fuente: UPC tools

Examinando estos datos se llega a un resultado donde se designa un indicador el cual representa a una situación claramente calurosa y por ende de acción inmediata

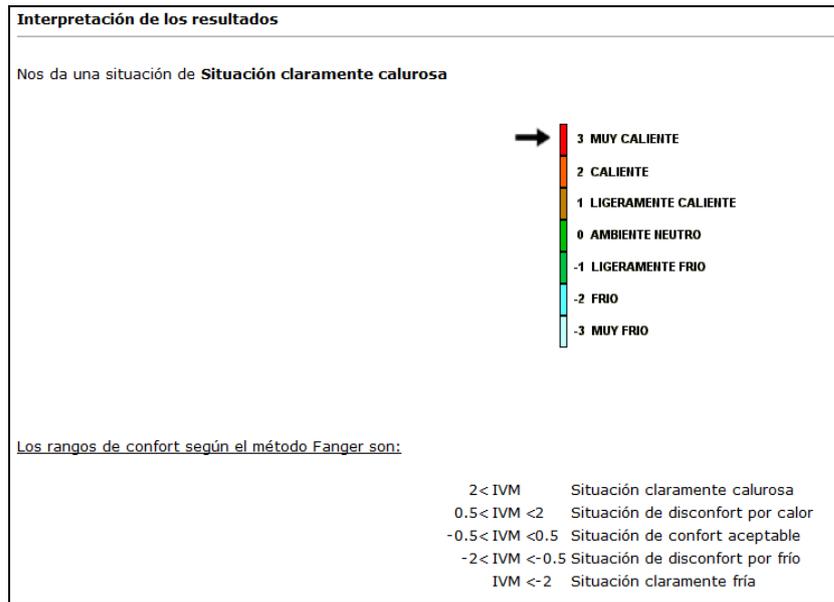


Figura 4.12 Resultados de la evaluación Fanger

Fuente: UPC tools

Una vez evaluados todos los puestos de trabajo, se procede a realizar un resumen de sus respectivos resultados de acuerdo a los métodos aplicados y el nivel de criticidad.

Tabla 4.19 Resumen de Resultados de las metodologías evaluadas

Actividad	Resultado final Método OWAS	Resultado Final Método OCRA	Resultado final Método REBA	Resultado final Método FANGER	
Cargar plancha de acero	3 RIESGO ALTO	16,5 RIESGO ALTO	11 RIESGO MUY ALTO	NO PRESENTA	CRÍTICO
Ajuste de planchas en el pantógrafo	3 RIESGO ALTO	11,4 RIESGO LIGERO	10 RIESGO ALTO	NO PRESENTA	CRÍTICO
Trazo de planchas	2 RIESGO MEDIO	15,4 RIESGO ALTO	6 RIESGO MEDIO	NO PRESENTA	CRITICIDAD MEDIANA
Apuntalado y soldado de piezas	2 RIESGO MEDIO	14,3 RIESGO ALTO	10 RIESGO ALTO	NO PRESENTA	CRÍTICO
Taladrado de tapas y platinas	3 RIESGO ALTO	14,3 RIESGO ALTO	10 RIESGO ALTO	NO PRESENTA	CRÍTICO
Consolidación de tapas y platinas procesadas	3 RIESGO ALTO	21,3 RIESGO MUY ALTO	10 RIESGO ALTO	NO PRESENTA	CRÍTICO
Sacar piezas del horno	NO PRESENTA	NO PRESENTA	NO PRESENTA	3 RIESGO ALTO	CRÍTICO

Elaboración propia

CAPÍTULO 5. PROPUESTAS DE MEJORA

5.1 Resultado de Evaluación

Después de analizar los resultados de la evaluación en el capítulo anterior, podemos determinar las actividades y los puestos de trabajo en los cuales se deben realizar las mejoras respectivas, no solo del tipo ergonómico, sino también respecto a la salud ocupacional. Asimismo, se espera en este capítulo, mostrar la importancia de las mejoras a establecerse, reflejadas en los indicadores de productividad e indicadores de seguridad y salud ocupacional evaluadas por la empresa. Además comprobar que la inversión en la implementación de dichas mejoras no incurre en grandes costos.

Consideraciones a tomar

Para la mejora de cada puesto en una orientación antropométrica y biomecánica, se ha diseñado un prototipo de operario teniendo en cuenta la movilidad de sus articulaciones, perspectiva biomecánica y con las dimensiones estándares, además de una perspectiva antropométrica. Ver anexo 15

Además, se debe tener presente en cada puesto de trabajo, en un primer análisis, el detectar los factores de riesgo presentes, determinando a la vez el origen de los mismos, como detalla González (2002). Entre estos aspectos tenemos; el ritmo de trabajo, intensidad, descansos establecidos. Además el diseño de los equipos y tareas, esfuerzos físicos necesarios, movimientos repetidos, dimensiones de los puestos de trabajo, sujeción incomoda o forzada de útiles y herramientas. Complementario a estos se tienen, los factores ambientales como el ruido, iluminación, vibraciones, temperatura, etc. Y los factores personales en donde se destaca la formación de cada operario, las necesidades de utilizar equipos de protección individual.

Por otra parte, antes de empezar con las propuestas para cada puesto de trabajo evaluado, es conveniente comentar factores que afectan de manera general a las actividades evaluadas como es el caso de los horarios de trabajo y los procedimientos

de seguridad estipulados en la organización. En el primer caso se debe tener en cuenta que en las operaciones de carga es recomendable siempre contar con un reposo más prolongado en comparación con otras operaciones dado que, en este tipo de actividad, se exigen los músculos y articulaciones a grandes tensiones y si no cuentan con tiempo de reposo adecuado, el operario podría sufrir lesiones de consideración. Asimismo para las operaciones que se realicen a elevadas temperaturas, se requiere que los operarios, sometidos a estos ambientes, roten para evitar problemas de salud relacionados con las altas temperaturas como problemas de la piel. En el segundo caso se considera que en toda la empresa se difunda los procedimientos a seguir al momento en el que se presente alguna emergencia dentro de la planta. Ésta siendo la manera más afectiva de prevenir lesiones más graves.

Por ultimo en el anexo 16 se muestran los datos de los operarios que, en el proceso de la recolección de medidas, se tomaron durante la ejecución de sus respectivas actividades. Estos datos, en algunos casos especiales, serán utilizados para los diseños de sus respectivos puestos, en otros se tomará la información estadística (media y desviación) de todos los operarios correspondientes a un área para el respectivo diseño del puesto.

5.2 Mejora de puestos

5.2.1 Puesto de Oxicorte

Actividad 1: Cargar Plancha de acero

Datos de la actividad

Dado que la presente actividad puede ser realizada por cualquier operario dentro del área de Corte, se propondrá las medidas correctivas relacionadas en la manera adecuada de cargar una plancha de acero en forma general

Primero se realiza un comparativo de los miembros superiores e inferiores, así como el tipo de agarre y fuerza establecida. Esto se realiza, como lo indicamos en el capítulo anterior, con el método Reba el cual estudia los riesgos de tipo músculo – esqueléticos directamente. Los resultados se muestran en el anexo 17



Figura 5.1 Comparación del puesto con metodología Reba
Elaboración Propia

Como se puede verificar en los resultados de la metodología Reba existe gran criticidad en la parte del tronco, cuello, antebrazo y muñeca. Por tal motivo se propone las siguientes alternativas de solución.

Medidas Correctivas

a) Principios de Manipulación de carga

Según González (2002), para proceder a un correcto levantamiento de carga se requiere, en primer lugar, un plan de levantamiento en el cual se debe tomar todas las pautas necesarias para que este sea el más adecuado. En nuestro caso de estudio se debe evaluar si es necesario utilizar ayudas mecánicas como un montacargas o pato hidráulico. En caso no se cuente con esta maquinaria, solicitar la ayuda de otras personas para la carga es la mejor opción. Asimismo se detalla el correcto uso del equipo de protección, así como la postura que debe adoptar al momento de cargar.

En la situación inicial se puede visualizar que el operario transporta la plancha de acero describiendo una torsión en el tronco de entre **39° - 41°**, además los brazos describen

una caída muy pronunciada, haciendo que la columna se encorve más, como se aprecian en la **Figura 5.2**. En la situación propuesta se puede divisar la correcta postura en la que se debe cargar la plancha, teniendo en cuenta el peso de la carga no debe exceder los **30 Kg**, además que el operario debe contar con todos los elementos de seguridad, entre ellos faja lumbar y guantes. Asimismo se debe cumplir un principio muy importante de la seguridad y ergonomía el cual indica que se debe evitar la carga de materiales que distribuyen su peso longitudinalmente. Y si se da el caso se debe utilizar algún dispositivo de carga como se aprecia en el anexo 20, o la colaboración de algún compañero de trabajo como lo se aprecia en la imagen.

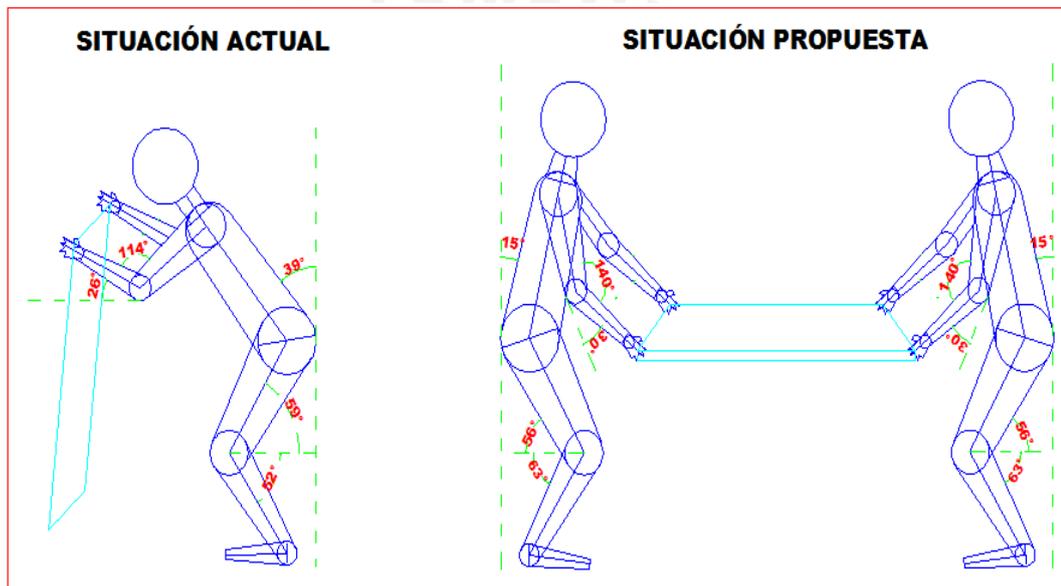


Figura 5.2 Comparación de formas de carga de la Actividad 1
Elaboración propia

b) Principios de Economía de movimientos

Además se tiene los principios de la economía de movimientos las cuales, según Ramírez (2006), explican el evitar un gran desplazamiento al transportar cargas pesadas manualmente, rediseñando así el puesto de trabajo del operario.

En la **figura 5.3** se puede ver la actual distribución del área de trabajo del operario donde tiene que recorrer una distancia de aproximadamente **2.3 m**, lo cual, en primer

lugar, interfiere con el flujo de la zona del material, además de tener que recorrer una distancia muy larga transportando este (material). Por tal motivo se propone la distribución de la **Figura 5.4**. En la cual se considera que la localización de los materiales sea más cerca al operario de corte y que durante la carga hacia el pantógrafo no interfiera en el flujo de trabajo.

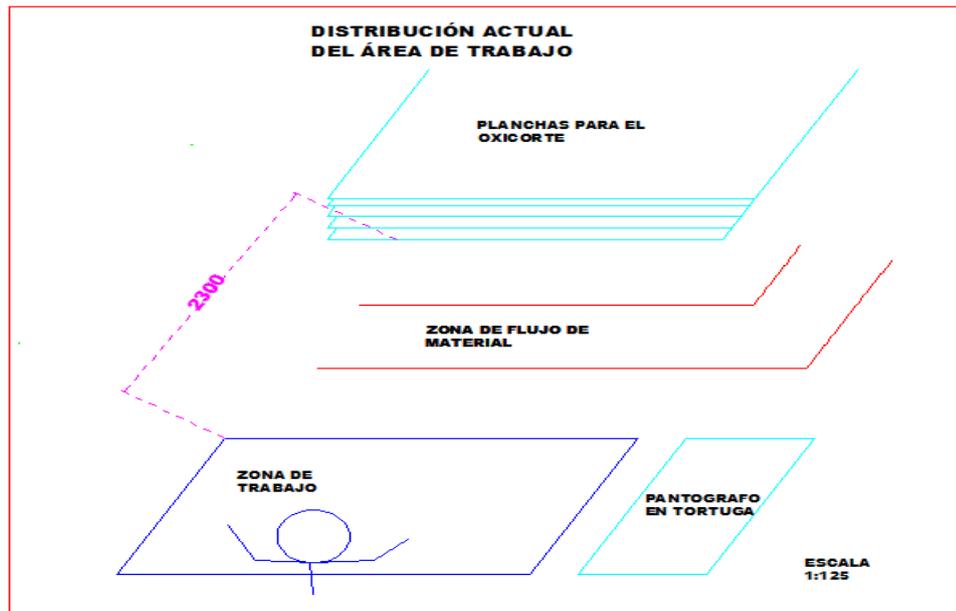


Figura 5.3 Distribución actual del puesto de trabajo del operario
Elaboración Propia



Figura 5.4 Distribución propuesta del puesto de trabajo del operario
Elaboración propia

Actividad 2: Ajuste de Planchas en Pantógrafo

Datos de la actividad

Dado que en el área la actividad de oxicorte puede ser realizada por 5 diferentes personas, con diferentes estaturas, se tomará la media de estas teniendo en cuenta una desviación estándar como vemos a continuación.

1,58
1,62
1,56
1,65
1,68

Media	1,62
Desviación	0,05

Además se realizó una comparación de los resultados en la evaluación Reba respecto de sus máximos factores para determinar qué zonas del cuerpo del operario se ven más afectadas con las posiciones que adopta. Los resultados se muestran a continuación en la **figura 5.5**

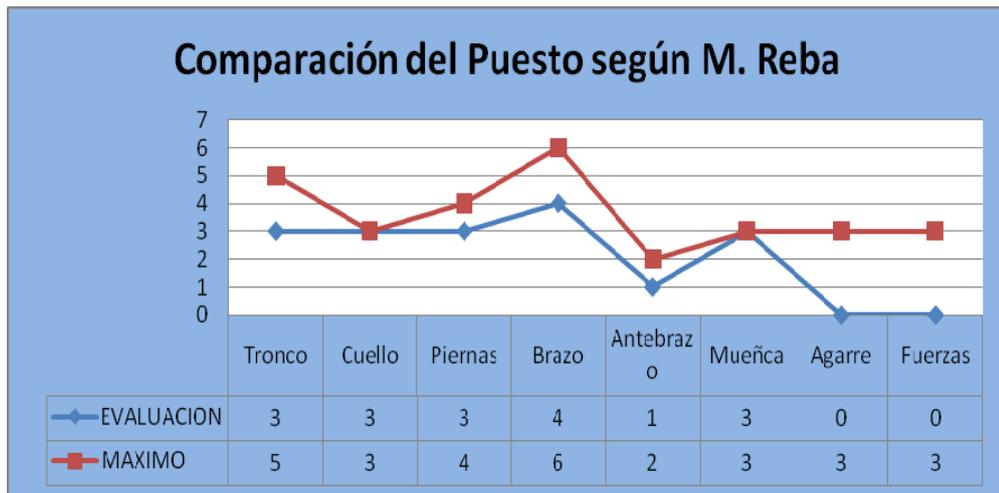


Figura 5.5 Comparación del puesto según Metodología Reba

Elaboración propia

Medidas correctivas

Antes de realizar las medidas correctivas es necesario descartar las actividades que no son necesarias para el proceso. Una vez inspeccionado este factor, se procede a proponer la elaboración de un dispositivo mecánico para la parte de autocopiado del pantógrafo, así como la de una mesa antropométrica regulable, los cuales se describen a continuación.

a) Diseño de mesa ergonómica

Para el diseño de una mesa ergonómica se debe tener como referencia la media y desviación estándar de los operarios que manipulan el pantógrafo. Dado que son los mismos datos trabajados en el puesto anterior, se procede al diseño respectivo teniendo en cuenta las medidas (en nuestro caso se mandará a comprar dicha mesa). Esto permitirá la correcta postura del operario al momento de ejecutar sus funciones respectivas como se aprecia en la **figura 5.6** en la situación propuesta.

b) Diseño de un dispositivo mecánico de ajuste

Complementario a lo expuesto en el diseño de la mesa ergonómica, se tiene la propuesta de la elaboración de un dispositivo mecánico. Este cuenta con engranajes cónicos, los cuales permitirán la transmisión del esfuerzo de ajuste de la parte lateral de

la mesa hasta el dispositivo de sujeción. Una vez ajustado esto se debe asegurar con una llave maestra. Esto permitirá que el operario adopte otra postura al momento de ajustar las planchas de acero y no tenga que encorvarse mucho para realizar esta actividad. En la **figura 5.6** se describen la situación actual, con torsión de 56° , y la situación propuesta con una ligera torsión de 15° . Además en la **figura 5.7** se presenta el diseño del dispositivo de ajuste propuesto.

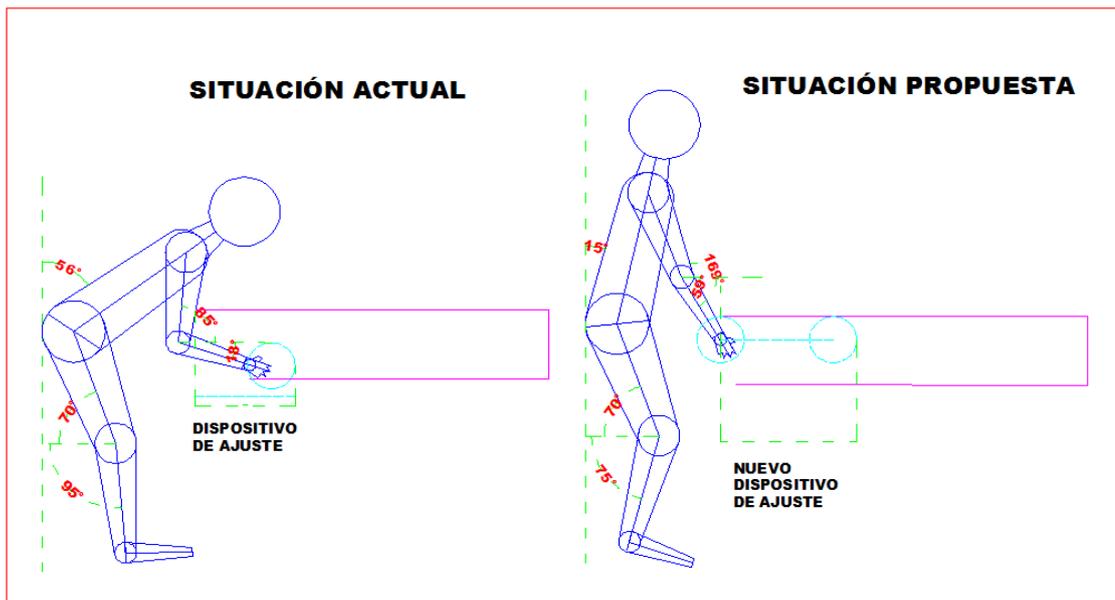


Figura 5.6 Comparación de formas de ajuste de dispositivo
Elaboración propia



Figura 5.7 Dispositivo propuesto para ajuste de mordazas
Elaboración propia

Actividad 4: Trazo de Planchas

Dado que esta actividad puede ser ejecutada por 5 operarios diferentes, de la misma manera que la actividad anterior, se tomarán, de los datos hallados, la media y desviación estándar. Consecuentemente, se procede a comparar los datos establecidos y a proponer las respectivas mejoras para este caso de posturas.

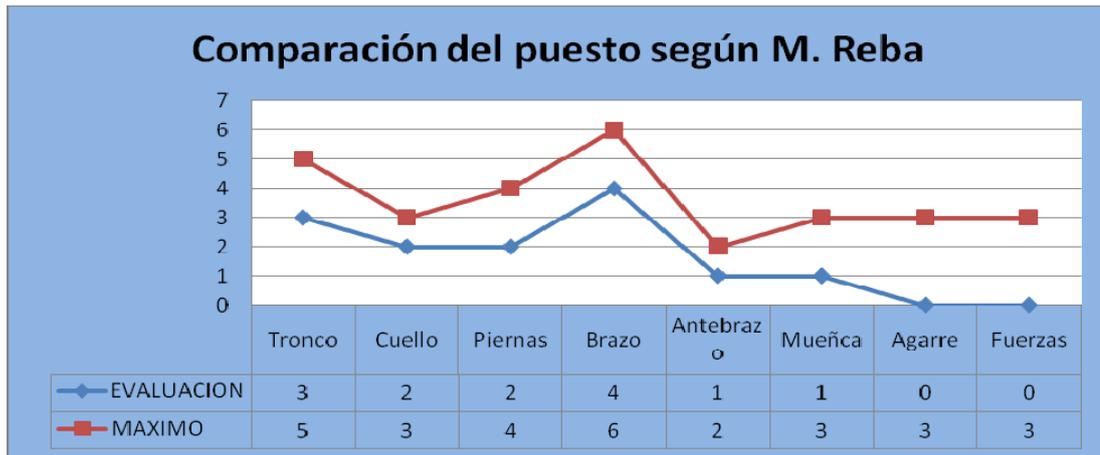


Figura 5.8 Comparación del puesto actual según Metodología Reba

Elaboración propia

Medidas Correctivas

a) Diseño de una mesa ergonómica

Una vez evaluado los resultados de la gráfica anterior se procede a realizar las mejoras respectivas del puesto actual. En este podemos apreciar la torsión del tronco que supera a los 15° , máximo valor permitido, lo cual nos da una idea de cómo aliviar el origen de la posición descrita en la **figura 5.9** en la situación actual. Además, y dado que es un trabajo de precisión, se establece el diseño de una mesa ergonómica, la cual deberá ser regulable en referencia a cada operario que se encuentre en dicho puesto permitiendo así una mejor postura como se presenta en la **figura 5.9** en la situación propuesta. Esto es complementado con los tipos de mesa para trabajos de precisión especificados en el anexo 18.

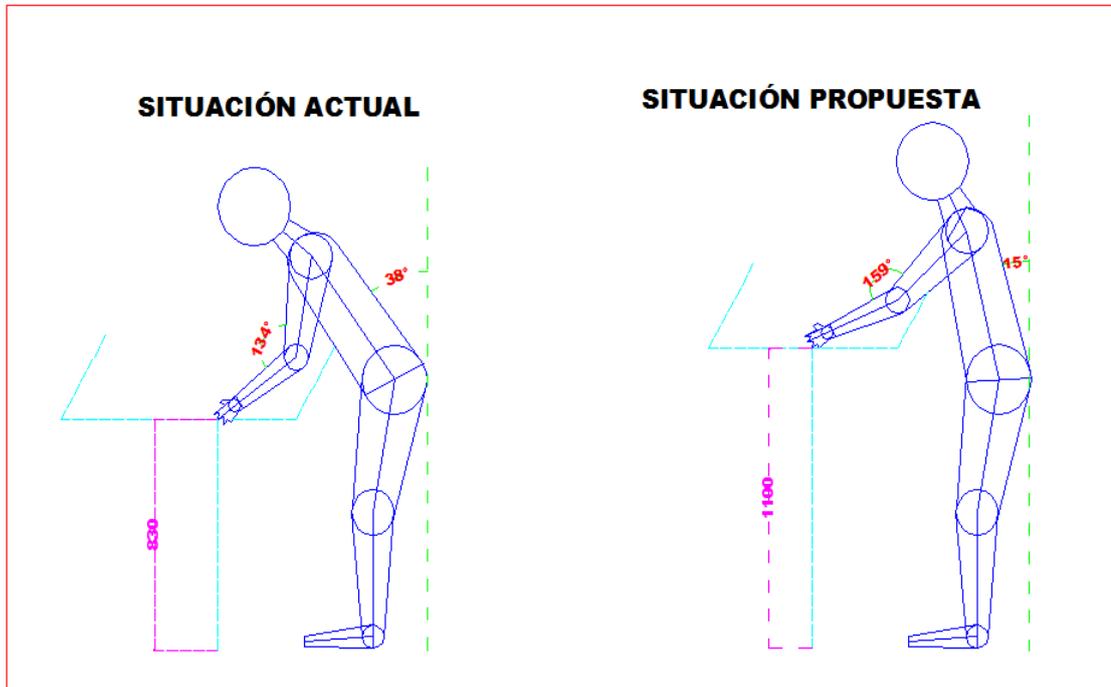


Figura 5.9 Comparación de la situación actual y la propuesta de la Actividad 4
Elaboración propia

b) Mejora de procesos

Además del diseño mencionado, se debe implementar procedimientos para la correcta postura al momento de realizar una actividad, dado que se ha visto que, si bien se puede contar con todas las herramientas y dispositivos que permitan una mayor facilidad de realización del trabajo, no siempre se usan de una manera adecuada y se vuelve a tomar posturas inadecuadas en la ejecución de la actividad.

5.2.2 Puesto de Calentado de piezas

Actividad 19: Sacar las piezas del horno

Datos del puesto y la actividad

El presente puesto pertenece al área de forja, donde se puede visualizar grandes exposiciones a temperaturas altas debido a la energía calorífica proveniente del horno, donde llegan a aproximadamente 1200°C. Prueba de esto se muestran en la

evaluación Fanger que se realizó donde se registró un ambiente muy caluroso, ver la **figura 4.9**.

Medidas Correctivas

a) Uso de EPPs

En primera instancia se debe considerar el uso de todas las EPPS (Equipos de Protección Personal) indispensables para cumplir la actividad descrita. Los cuales se deben encontrar en óptimas condiciones para que se presente ningún contratiempo.

Entre las principales indumentarias podemos encontrar las siguientes:

- Guantes especiales
- Ropa térmica
- Botas punta de acero
- Protectores de ojos
- Traje térmico

b) Procedimientos de trabajo

Además se debe considerar los procedimientos adecuados para ejecutar las operaciones en el área de Forja como se presentan a continuación:

- No usar ropa manchada con grasa o aceite ya que una chispa cualquiera podría incendiarla
- No tocar nunca con las manos desnudas los metales calientes como piezas recién procesadas, electrodos u otro tipo de piezas en el área de trabajo.
- Usar ropa mangas largas, zapatos punta de acero, protección para los ojos, pantalones sin bastillas para evitar la entrada de chispas.

5.2.3 Puesto de apuntalado y soldado

Actividad 52: Apuntalado y soldado de piezas

Datos del puesto y la actividad

La actividad que se describe pertenece al puesto de Soldado dentro del área de soldadura, donde se puede visualizar grandes exposiciones a residuos de electrodos

los cuales se esparcen en todo el ambiente del área de trabajo.; sin embargo durante la evaluación Reba se pudo notar que, no solo el peligro mencionado es latente, sino también de posturas al momento de realizar el trabajo, por tal motivo se presenta la **figura 5.10**, con las comparaciones de los estados máximos de cada articulación.

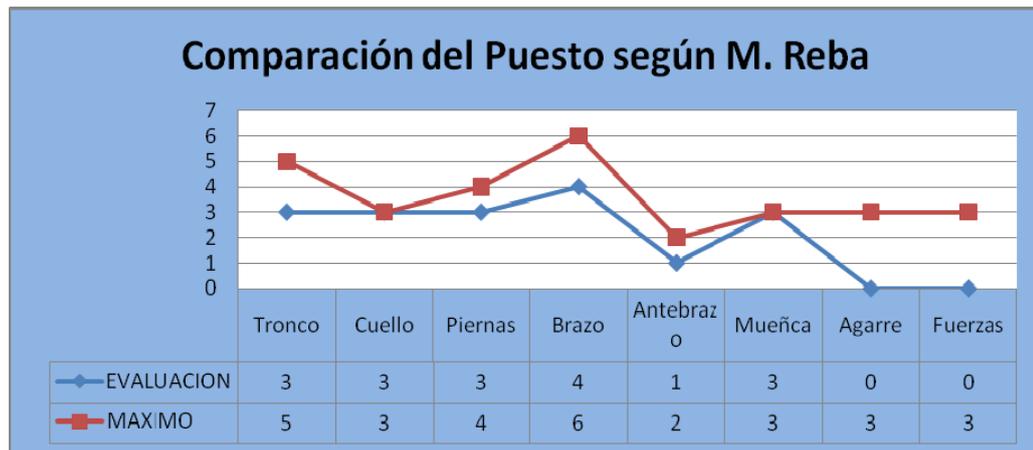


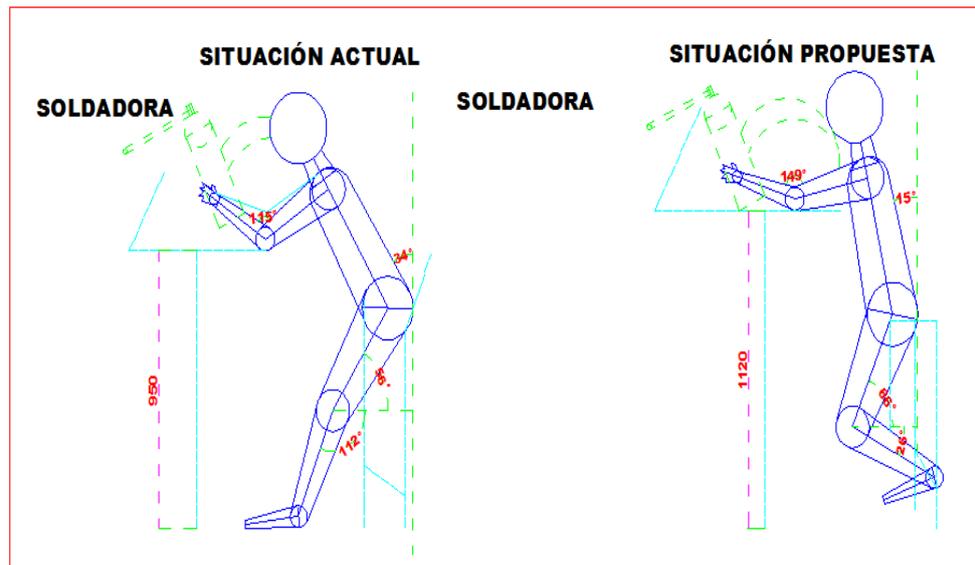
Figura 5.10 Comparación del puesto según M. Reba operación de Soldado

Elaboración propia

Medidas Correctivas

a) Diseño de mesa ergonómica

Para el proceso de soldado se describe, en la **figura 5.11**, en la situación actual, una mala postura al momento de realizar la actividad. Además la silla, a pesar de ser regulable, no es la adecuada a usar, ya que las dimensiones de asiento deben ser acordes con las dimensiones antropométricas; a ello se suma el incremento de ropa y calzado. Aquí se toma en cuenta la altura, ancho y profundidad, ángulo del asiento, altura y ancho del respaldo, ángulos del respaldo, altura del descanso para el brazo, terminado y tapizado. Por tal motivo se presenta, en la **figura 5.11**, la situación mejorada, donde se diseña una mesa ergonómica acorde a las medidas del operario que permita una mejor postura, además se presenta el mejor uso de la silla ergonómica para la realización de la operación de soldado. Adicionalmente se debe tener en cuenta esto, si se requiere un mejor diseño de los asientos de trabajo.



**Figura 5.11 Propuesta de mejora de la actividad 51
Elaboración propia**

b) Implementación de Normas de Seguridad industrial en soldadura

Además se debe tener presente que el gas que se propaga, proveniente del electrodo de soldadura de carbocil, es peligroso para las vías respiratorias, es por esto que se debe exigir el cumplimiento de normas de seguridad que mantengan al tanto a los operarios sobre el uso correcto de los EPPs al momento de ejecutar su trabajo.

Protección explosivo: No soldar ni cortar en lugares en que el aire pueda contener polvos inflamables, gases combustibles o líquidos inflamables como gasolina o kerosene.

Prevención de descargas eléctricas: No tocar nunca el electrodo o cualquier otro conductor metálico que se encuentre en contacto del circuito de soldadura, mientras esta se encuentre encendida.

5.2.4 Puesto de ensamble

Actividad 53: Taladrado de Tapas y Platinas

Datos del puesto y actividad

El puesto de trabajo descrito es compartido por dos operarios donde se ejecutan dos acciones distintas, mientras uno realiza la operación de taladrado, el otro se encarga de la recolección de las piezas procesadas en una carretilla, la cual la llevará a la mesa de ensamble respectivamente. Para una mejor apreciación se tiene la **figura 5.12** con los resultados de la evaluación Reba en comparación con sus máximos resultados

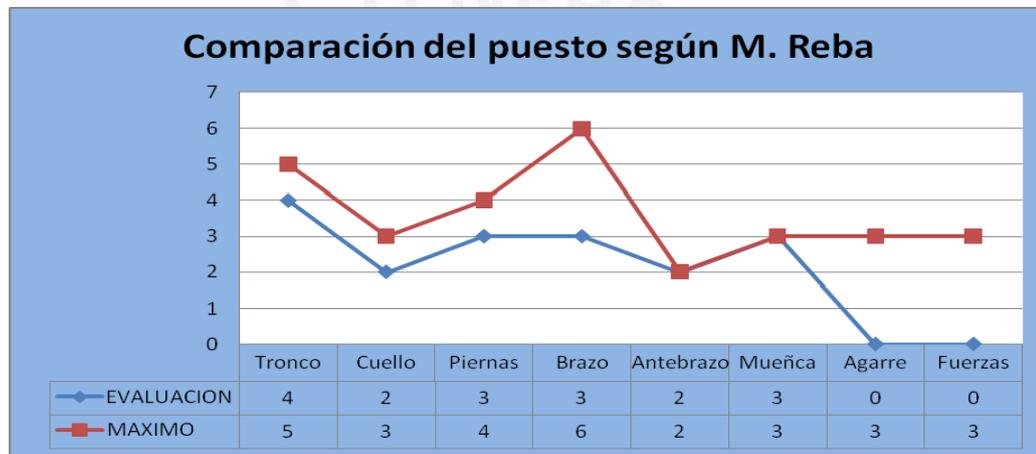


Figura 5.12 Comparación del puesto según M. Reba Operación de Taladrado

Elaboración propia

Como se puede apreciar existe gran criticidad en casi todas las extremidades debido al movimiento brusco que realiza el operario al momento de coger una pieza y colocarla en el taladro. Por tal motivo la mejora propuesta se enfoca en cambiar la actividad correctamente mejora, no solo el puesto de operario, sino la productividad.

Medidas Correctivas

a) Principios de Economía de movimientos

Para tener en cuenta las medidas, se aplicará los principios de la Economía de movimientos según Ramírez (2006), en la cual se determina el uso de la gravedad

como factor de ayuda para las actividades, así como el uso de herramientas que simplifiquen los movimientos del operario. Las evaluaciones respecto a los movimientos del operario pueden ser analizarlas en el Diagrama Bi-manual adjunto (ver anexo 19).

b) Diseño de dispositivos de almacenaje

Además se propone el uso de las siguientes herramientas para la mejora del puesto de trabajo.

- Una canastilla de piezas por procesar: Esta canastilla se ubicará al costado del taladro y cerca al operario para que pueda realizar la operación más eficientemente y con una correcta postura como se puede apreciar en la **figura 5.13**. Además esta canastilla cuenta con una medida más ancha, en vez de profundidad, evitando que el operario tenga que inclinarse demasiado para alcanzar las últimas piezas.
- Una canastilla de Productos Terminados: Esta canastilla fue elaborada para la mejora del puesto siguiente a evaluar; sin embargo, está dentro, también, del puesto de trabajo descrito y por ende, el operario debe tener en cuenta el uso de esta herramienta. Además esta, canastilla, es elaborada teniendo en cuenta las dimensiones de la carretilla para que en la siguiente acción, el operario encargado solo se dedique a cargar la canastilla y la coloque correctamente en la carretilla.

Por otra parte, en la **figura 5.13**, también se puede visualizar como puede mejorar el ambiente de trabajo con la propuesta dada, ya que simplifica la acción no solo de esta actividad sino de su sucesora. Además, según Ramírez (2006) las dos manos deben comenzar y acabar sus movimientos a la vez, esta mejora se puede visualizar en el Diagrama Bimanual mejorado (ver anexo 19), ya que también se debe tratar que las dos manos estén trabajando al mismo tiempo. Asimismo es preciso servirse de la gravedad para vencer el esfuerzo muscular pero bajo cierto criterio de orden

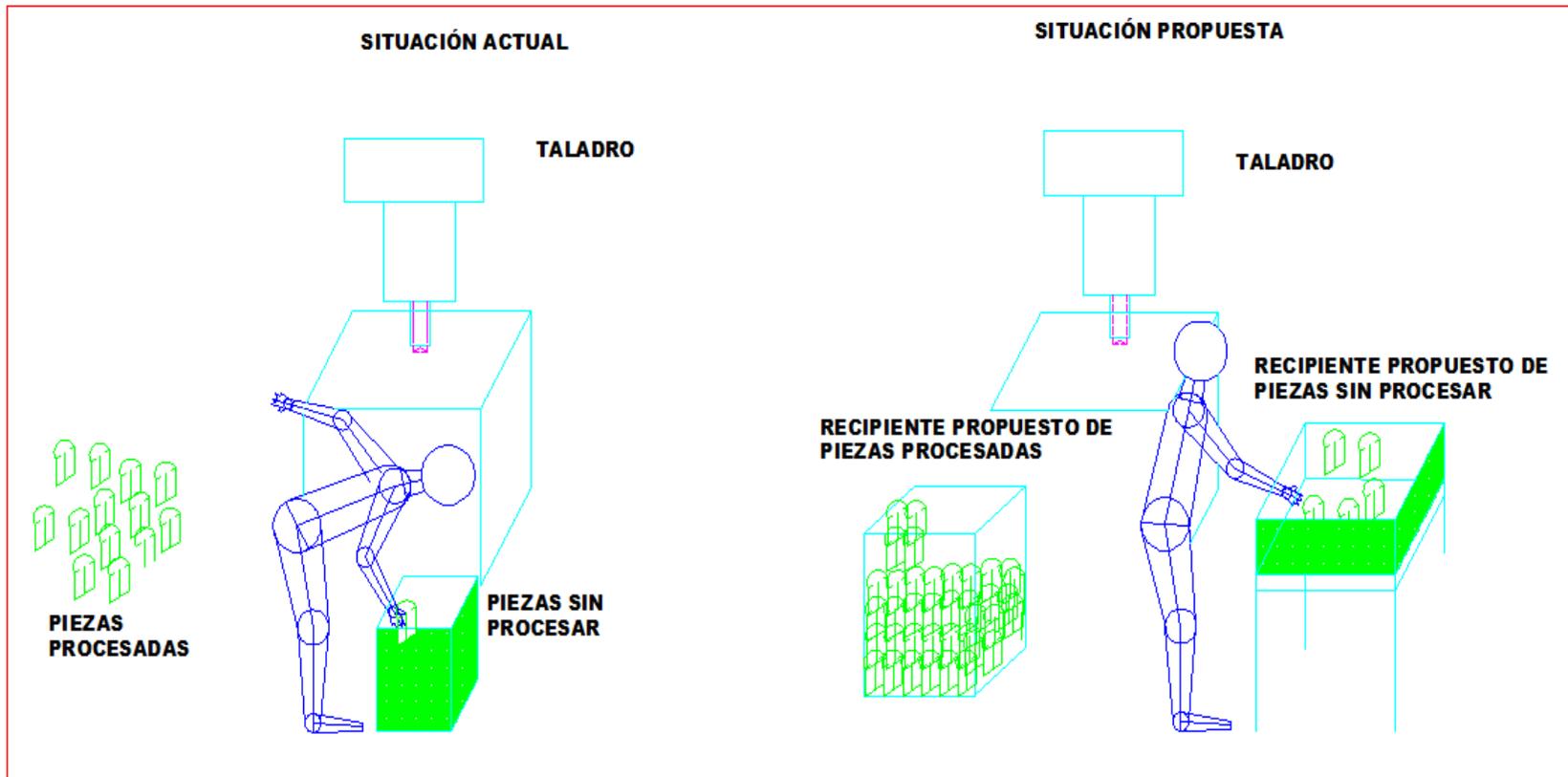


Figura 5.13 Propuesta de mejora de la Actividad 53

Elaboración propia

Actividad 56: Consolidación de tapas y platinas procesadas

Datos del puesto y actividad

Como se mencionó antes los datos del puesto corresponde de alguna manera a los proporcionados en la actividad 56; sin embargo al ser distintas actividades y operarios se ha realizado un diagrama Bi-manual para la verificación de actividades. Además de un análisis directo de esta operación respecto a los resultados de la evaluación Reba en comparación con sus estados máximos como se aprecia en la siguiente **figura 5.14**.

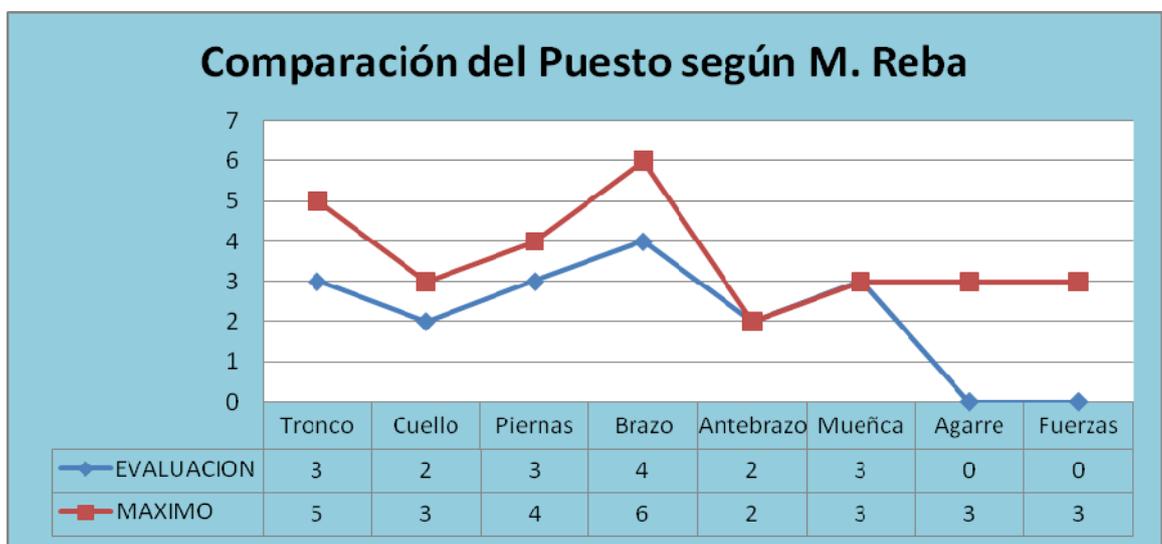


Figura 5.14 Actividad 56 Metodología Reba
Elaboración Propia

Medidas Correctivas

a) Uso de recipientes de almacenaje

Para las medidas correctivas se toman en cuenta el diseño de la canastilla de piezas procesadas para que podamos realizar las mejoras respectivas. Como se puede ver en la **figura 5.15**, el puesto mejorado solo comprende el uso de esta canastilla para la carga en la carretilla y así mejorar la posición que adopta el operario al tener que levantar pieza por pieza del suelo

b) Principios de Manipulación de carga

Una vez establecido el uso de canastillas para el manejo de cargas, surge otro inconveniente como es el correcto procedimiento de carga y donde se debe tener en cuenta, según el Manual de Ergonomía MAPFRE (1995), el uso de principios de palancas de los brazos teniendo como referencia en centro de gravedad para una mejor manipulación. Además se debe establecer un límite al momento de cargar un objeto, sin necesidad de hacer sobre esfuerzo y utilizando herramientas como patos, tal como se aprecian en el anexo 20, para la carga pesada. También se aconseja que el peso no solo se distribuya en los brazos, sino también en los hombros y el tronco, como podemos apreciar en la **figura 5.15** en la que el operario acerca el peso hacia su tronco. Para tener un mejor concepto de un procedimiento adecuado de carga, se debe seguir lo especificado en el anexo 22.

Por otra parte se verifica una gran mejora en el tiempo de la realización de la actividad según el diagrama Bimanual propuesto, ver anexo 19, en el cual el tiempo se reduce a más de un tercio del tiempo empleado en la situación actual. Esto permite que el operario pueda realizar más actividades y mejora la eficiencia en el trabajo.

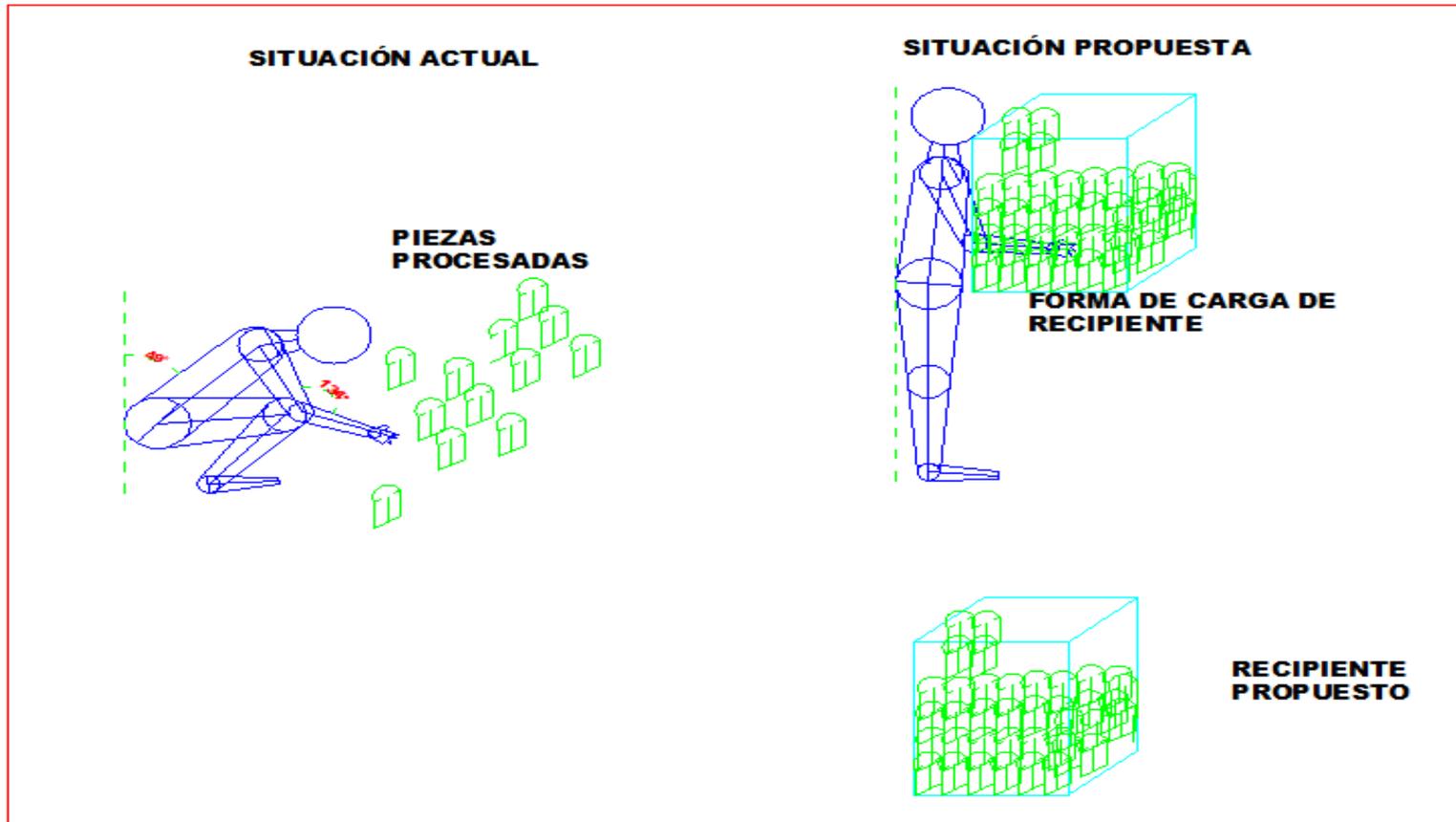


Figura 5.15 Propuesta de mejora para la Actividad 56
Elaboración Propia

5.3 Resultado de mejoras planteadas

Las mejoras propuestas no solamente tienen una influencia en el puesto de trabajo y el ambiente en que labora el operario, sino influyen mucho en su ratio de producción y en la calidad del mismo producto. Para tener una mejor visión se presenta un análisis de en cuanto se mejora cada puesto de trabajo evaluado, así como también en cuanto se mejora la productividad.

5.3.1 Mejora en los puestos de trabajo evaluados.

Para verificar en cuanto se ha mejorado cada puesto de trabajo, se realiza las respectivas evaluaciones de cada metodología para cada puesto de trabajo, teniendo en consideración las nuevas posturas que tienden a adoptar los operarios con los diseños y mejoras propuestas.

El resultado de cada evaluación se muestra a continuación en la **tabla 5.1**, donde, en resumen, podemos visualizar el resultado al que se ha llegado teniendo en cuenta las mejoras propuestas, así como los procedimientos establecidos para la ejecución del trabajo

Tabla 5.1 Resumen de la revaluación de las metodologías con las mejoras propuestas

Actividad	Resultado final Método OWAS	Resultado Final Método OCRA	Resultado final Método REBA	Resultado final Método FANGER	
Cargar las planchas de acero en el pantógrafo	2 RIESGO MEDIO	11 MUJY LIGERO	7 RIESGO MEDIO	NO PRESENTA	MODERADO
Ajustar las planchas con mordazas al pantógrafo	2 RIESGO MEDIO	6 ACEPTABLE	7 RIESGO MEDIO	NO PRESENTA	MODERADO
El operario en posición de flexión dibuja las figuras en las planchas	2 RIESGO MEDIO	6,25 ACEPTABLE	6 RIESGO MEDIO	NO PRESENTA	MODERADO
Las piezas ya apuntaladas y depuradas son soldadas y colocadas en el suelo	2 RIESGO MEDIO	5,5 ACEPTABLE	6 RIESGO MEDIO	NO PRESENTA	MODERADO
Las piezas, tapas, son colocadas en el taladro por un operario	2 RIESGO MEDIO	7,5 ACEPTABLE	7 RIESGO MEDIO	NO PRESENTA	MODERADO
Una vez taladrada las piezas, son colocadas por el operario en una mesa para el ensamble final	2 RIESGO MEDIO	7,5 ACEPTABLE	6 RIESGO MEDIO	NO PRESENTA	MODERADO
Sacar piezas del horno	NO PRESENTA	NO PRESENTA	NO PRESENTA	1 RIESGO MODERADO	MODERADO

Elaboración Propia

En esta tabla se puede apreciar que todas las actividades descritas han pasado del estado Crítico y muy Crítico a moderado, debido a la corrección de la postura al momento de realizar las mejoras antropométricas, a la nueva indumentaria que usan los operarios, a la nueva distribución de los puestos de trabajo y a los mecanismos a utilizar, los cuales reducen las malas posturas y los sobreesfuerzos. Complementariamente con esto se propone procedimientos adecuados para posturas y cargas a nivel de todas las actividades que lo ameriten, ver anexo 20 y 21.

5.3.2 Mejoras en la Productividad

Si bien en cada puesto existe una mejora en la productividad debido a la simplificación del tiempo en la realización de la actividad, así como el evitar lesiones a largo plazo que incurren en falta de mano de obra durante un ciclo de producción; sin embargo, no todos los puestos cuentan con una cuantificación exacta en la mejora, por ende se presenta esta, la mejora, en los ratios de productividad directa como es el caso del puesto de ensamble.

Puesto de Ensamble

Para evaluar las mejoras en producción en este puesto se usarán herramientas como diagramas bimanuales, mostradas en el anexo 19, donde se presentan, para cada actividad, los tiempos actuales y los tiempos propuestos. Estos últimos en base a reducciones de desplazamientos y movimientos. Teniendo en cuenta estos datos, se obtienen las siguientes tablas, donde se presentan los ratios de productividad actuales y los propuestos para cada actividad.

Actividad 53: Operación de Taladrado y recojo de piezas procesadas

Tabla 5.2 Comparación de Productividad de la actividad 53

PUESTO	ACTUAL	PROPUESTO
piezas por ciclo (pzas)	40	40
ciclo (seg)	3660	1580
Tiempo disponible por turno (seg)	21600	21600
Producción por turno	236,1	546,8

Elaboración Propia

En esta operación se puede ver el ratio de producción actual con los procedimientos que se realizan actualmente en la planta, además de presentar problemas ergonómicos, vemos que no es muy productivo el puesto de trabajo, dado que con las mejoras propuestas el ratio asciende a más de la mitad como se observa en la **tabla 5.2** mejora de producción en un 132%

Actividad 56: Consolidación de Tapas y Platinas procesadas

Tabla 5.3 Comparación de Productividad de la actividad 56

PUESTO	ACTUAL	PROPUESTO
piezas por ciclo (pzas)	40	40
ciclo (seg)	695	48
Tiempo disponible por turno (seg)	10800	10800
Producción por turno	621,6	9000

Elaboración Propia

En esta tabla podemos observar la actividad consecutiva de la descrita anteriormente, en donde el operario recoge las piezas en una carretilla. Se aprecia, además, que el ratio de productividad actual no es nada efectivo respecto al que se obtuvo con las mejoras propuestas, permitiendo esto también que este operario pueda apoyar a otras áreas dado que el tiempo estimado que se encuentra en el puesto descrito es de 3 horas diarias como se puede apreciar en la **tabla 5.3**. La mejora en el ratio de producción es 1348% encontrando así una mejora a implementar inmediatamente

Por último en el anexo 23 se puede visualizar el cronograma de implementación de las actividades de mejora propuestas, el cual describe el tiempo y la secuencia con la que se deben ejecutar cada una.

CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Luego de haber realizado las propuestas de mejora para cada caso crítico evaluado, se procede a realizar el estudio de costos en los que se debe incurrir, ya que esto nos ayudará a explicar a través de un análisis costos – beneficio, el impacto de las mejoras planteadas.

A continuación se presentan los costos que la empresa incurre por las enfermedades de musculo- esquelética y de salud ocupacional derivadas en el costo de ausentismo. Así como los costos de inversión en las mejoras propuestas.

6.1 Costos incurridos por enfermedades músculo-esqueléticas y de Salud ocupacional

Según Sinclair (2001) las lesiones musculo-esqueléticas son trastornos caracterizados por una condición anormal del músculo, tendones, nervios, vasos, articulaciones, huesos o ligamentos que trae como resultado una alteración de la función motora o sensitiva originados por la exposición a los factores de riesgo como repetición, fuerza, posturas inadecuadas, estrés por contacto y vibración.

Todo esto genera ausentismo y cada día de ausentismo implica un costo directo y otro indirecto, según Hendrick (2003). El primero de estos implica un salario base integrado más prestaciones, mientras que el costo indirecto incluye, según Goetzel (2004), salario base de sustituto, gastos generados por el sustituto como entrenamiento, reclutamiento y alimentación, costo por disminución de la producción y costo por la disminución de la productividad; sin embargo, para el caso práctico, se tendrá en cuenta solamente los costos por sustituto y por atención médica, según data histórica de la empresa.

Costo de la mano de obra por hora de reemplazo sustituto es 6,75 S/. Por Hora trabajada, según dato establecido por la empresa. Es así que, según la participación en la fabricación del motón de acero en cada área y teniendo en cuenta las horas de permiso en general de los operarios, se estima el costo por reemplazo en la **tabla 6.1**

Tabla 6.1 Costo de Horas de reemplazo en el proceso de motón al año

ÁREA	HORAS PERDIDAS	% MOTON DE ACERO	HORAS PERDIDAS*
FORJA	345	45%	155,25
SOLDADURA	958,5	30%	287,55
CORTE	234	35%	81,9
ENSAMBLE	300	30%	90
TOTAL DE HORAS (H)			614,7
COSTO H-H (S/.)			6,75
COSTO TOTAL			S/. 4.149,23

Elaboración Propia

(*) Las horas perdidas indicadas son el producto de las horas perdidas por área multiplicados con la ponderación operativa del motón de acero en dicha área

Por otra parte, y teniendo en cuenta la información proporcionada por la empresa, se tiene un gasto de aproximadamente S/. 2200 por los descansos médicos invertido en los operarios en lo que fue del año 2011.

En resumen los costos en que se incurrirían por ausentismo debido a los problemas de salud de los operarios en el proceso de elaboración del motón de acero simple se presentan en la **tabla 6.2**.

Tabla 6.2 Costos Totales de Ausentismo anuales

COSTO POR PERMISO DE DESCANSO	S/. 4.149,23
COSTO POR DESCANSOS MÉDICOS	S/. 2.200,00
COSTO TOTAL POR AUSENTISMO	S/. 6.349,23

Elaboración Propia

Dado que la empresa recién comenzó a implementar el reporte de accidentes a partir del 2010, solo se cuenta con la información de este año, por lo tanto, se estimará un crecimiento de 15% cada año en referencia a la tasa de crecimiento de reporte de accidentes laborales según el Ministerio de Trabajo en el año 2011.

6.2 Costos incurridos por el estudio y la inversión en las mejoras propuestas

Después de mostrar los costos generados por los riesgos ergonómicos y de salud ocupacional, se procede a señalar el estudio de inversiones que se requiere para implementar las mejoras propuestas, y con esto disminuir o eliminar los gastos evaluados anteriormente.

En primer lugar se tiene que evaluar los costos incurridos por los estudios realizados, donde resaltan la remuneración de un ingeniero profesional encargado de realizar el estudio, tomándose como referencia el sueldo total del ingeniero por la realización de todo el estudio, y los costos por recuperar las horas perdidas por las mediciones, reuniones y capacitaciones durante este. El costo de estas horas fue tomada respecto a un promedio de H-H entre operarios e ingenieros. Todo esto se aprecia en la **tabla 6.3**.

Tabla 6.3 Inversión en el estudio realizado

INVERSIÓN POR ESTUDIO REALIZADO	
Costo de Ingeniero contratado (por proyecto)	
Tiempo de estudio	3 meses
Sueldo mensual	S/. 1.400,00
Costo total del profesional	S/. 4.000,00
Costos de horas recuperadas por mediciones, pruebas, reuniones, capacitaciones	
Horas perdidas en mediciones para el estudio	4
Horas perdidas en capacitaciones	8
Horas perdidas en reuniones	8
Costo promedio por hora perdida	S/. 25,00
Costo total de horas a recuperar	S/. 500,00
INVERSIÓN TOTAL EN EL ESTUDIO	S/. 4.500,00

Elaboración Propia

Por otra parte también se considera la inversión en la implementación de las mejoras propuestas anteriormente, las cuales detallan los accesorios y contrataciones a comprar y realizar respetivamente, detallándose en la **tabla 6.4**

Tabla 6.4 Inversión en las mejoras a realizar

Actividad 1: Cargar Planchas al Pantógrafo	
Faja lumbar nueva	S/. 89,00
Guantes de agarre nuevos	S/. 60,00
(*) Operario ayudante 1	S/. 700,00
Inversión Actividad 1	S/. 899,00
Actividad 2: Ajuste de Planchas en el Pantógrafo	
Dispositivo de sujeción	S/. 200,00
Mesa ergonómica	S/. 250,00
Inversión Actividad 2	S/. 450,00
Actividad 4: Trazo de planchas	
Mesa ergonómica	S/. 250,00
Inversión Actividad 4	S/. 250,00
Actividad 19: Traslado de piezas en el horno	
Máscara para soldar nueva	S/. 280,00
Guantes para soldar nuevos	S/. 60,00
Ropa de seguridad nueva	S/. 180,00
Inversión Actividad 19	S/. 520,00
Actividad 52: Apuntalado y Soldado de piezas	
Guantes de Protección para Forja nuevos	S/. 68,00
Mandil de protección nuevo	S/. 65,00
Mesa ergonómica	S/. 250,00
Inversión: Actividad 52	S/. 383,00
Actividad 53: Taladrado de Tapas y Platinas	
Faja Lumbar nueva	S/. 89,00
Guante de agarre nuevos	S/. 60,00
Dispositivo elaborado	S/. 65,00
Inversión Actividad 53	S/. 214,00
Actividad 56: Consolidación de Tapas y Platinas procesadas	
Faja Lumbar nueva	S/. 89,00
Guantes de agarre nuevos	S/. 60,00
Dispositivo elaborado	S/. 65,00
Pato hidráulico	S/. 1.200,00
Inversión Actividad 56	S/. 1.414,00
INVERSIÓN TOTAL	S/. 5.030,00

Elaboración Propia

(*) Este operario ayudante es cualquier trabajador en el área que este presto para ayudar en la actividad; sin embargo se consideró en la evaluación de costos.

6.3 Cálculo del VAN y TIR

Para poder determinar cuan viable es un proyecto se debe considerar el uso de indicadores de rentabilidad como son el VAN y el TIR. Para ello se procede a fijar un flujo de caja en función a los costos por ausentismo y la inversión que se debe realizar en el estudio y las mejoras. Asimismo verificar el ahorro generado, la depreciación y mantenimiento de los activos fijos implicados en las propuestas, y el aumento de la productividad en los puestos cuantificables directamente.

6.3.1 Cálculo del COK

Para poder contar con una tasa de beneficio se estimara un promedio de los principales estudios ergonómicos. Según Aquiles Hernández y Enrique Álvarez (2008), la implementación de medidas ergonómicas en una empresa trajo consigo una reducción de un **40%** en función del costo de patologías músculo-esqueléticas. Mientras que, según Hendrick (1997) la tasa de beneficio fluctúa entre **1 y 10 %**. Por tal motivo, y teniendo en cuenta esta información, se obtendrá un estimado del costo de oportunidad (COK).

$$\text{COK} = \frac{40\% + 10\%}{2}$$

$$\text{COK} = 25\%$$

6.3.2 Cálculo de ahorros y mejoras en producción

El ahorro que se lograría implementando las mejoras propuestas estará en función de la tasa de beneficio hallada anteriormente, 25%. Es decir, que de todos los costos por ausentismo hallados en cada periodo, se logrará un ahorro del **25%**.

Por otra parte se hallará el incremento en la producción debido a las mejoras implementadas, teniendo en cuenta el ahorro de tiempo en horas-hombre de las actividades 53 y 56. Además cabe señalar que, según datos de la empresa, se estima un crecimiento en producción de **10%** cada año. Se presenta, a continuación, la **tabla 6.5** donde se resume los ahorros generados en las actividades descritas.

Tabla 6.5 Ahorros de H-H en el proceso Productivo del Motón anuales

ACTIVIDAD 53		
Ratio de Producción/día	236	547
Ahorro de H-H (%)	0,57	
Costo H-H	6,75	
Ahorro en el año (S/.)	7202,52	
ACTIVIDAD 56		
Ratio de Producción/día	622	9000
Ahorro de H-H (%)	0,93	
Costo H-H	6,75	
Ahorro en el año (S/.)	5875,74	
Ahorro total al año (S/.)	13078,26	

Elaboración Propia

6.3.3 Flujo de caja

En la **tabla 6.6** se presenta el flujo de caja con todos los costos y ahorros hallados anteriormente. Además se muestra el TIR y el VAN, indicadores de rentabilidad que señalan la viabilidad de un proyecto.

Tabla 6.6 Flujo de Caja de las Implementaciones

Análisis Económico	0	1	2	3	4	5
Inversión Total por Estudio	S/. 9.530,00					
Costo por descanso medico	S/. 2.200,00					
Costo por horas perdidas	S/. 4.149,23					
Costo por ausentismo	S/. 6.349,23	S/. 7.619,07	S/. 9.142,88	S/. 10.971,46	S/. 13.165,75	S/. 15.798,90
*mantenimiento de la máquina		S/. 60,00	S/. 60,00	S/. 60,00	S/. 60,00	S/. 60,00
*depreciación de la máquina		S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00	S/. 120,00
Costos totales	S/. 15.879,23	S/. 7.799,07	S/. 9.322,88	S/. 11.151,46	S/. 13.345,75	S/. 15.978,90
Ahorro por ausentismo		S/. 1.904,77	S/. 2.285,72	S/. 2.742,87	S/. 3.291,44	S/. 3.949,73
Mejora de Producción		S/. 13.078,26	S/. 14.386,09	S/. 15.824,69	S/. 17.407,16	S/. 19.147,88
Ingresos Totales		S/. 14.983,03	S/. 16.671,81	S/. 18.567,56	S/. 20.698,60	S/. 23.097,61
Flujo Neto	-S/. 15.879,23	S/. 7.183,96	S/. 7.348,92	S/. 7.416,10	S/. 7.352,85	S/. 7.118,70
TIR	36%					
VAN	S/. 2.970,14					
PR (Periodo de recuperación)	2,2					

Elaboración Propia

Evaluando el flujo de caja mostrado en la **tabla 6.6**, se identifica un TIR de **36%** mayor al COK, de 25 %, notificando la viabilidad de este proyecto. Además se puede ver un valor de **S/. 2970,14** del VAN, indicando también la rentabilidad de este estudio. Y por último un periodo de recuperación (PR) de **2.2 años**.

Por otra parte, cabe resaltar que no se han tomado en cuenta el ahorro productivo en las demás actividades, dado su complejidad en la manera de hallarlo, y que por lo tanto, los ahorros respecto a los ratios de producción son más holgados. Adicionalmente no se está considerando el ahorro de las sanciones, impuestas por la comisión de infracciones de normas legales relacionados con la seguridad y salud en el trabajo que van entre 5 UIT (Unidad Impositiva Tributaria) a 10 UIT según el Ministerio de Trabajo.

En conclusión la implementación de este estudio queda justificada completamente no solo con los indicadores de rentabilidad mostrados, sino también con todos los beneficios que trae consigo el contar con mejoras ergonómicas en puestos de trabajo como mejoras de producción, clima laboral, y un mejor posicionamiento de la empresa frente a sus clientes.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- Según lo mostrado en el presente estudio se concluye que la incorporación de un programa de ergonomía y salud ocupacional en una organización contribuye en gran magnitud a mejorar las condiciones laborales del trabajador. Esto se presenta mediante las evaluaciones y medidas correctivas propuestas para cada puesto de trabajo crítico en sus posturas, movimientos o ambientes de trabajo respectivamente, las cuales no solo reducen los peligros y riesgos ergonómicos presentes, sino que influyen directamente en los indicadores de producción y calidad.
- Se presenta, además, que todo programa ergonómico incrementa el nivel de satisfacción en los operarios ya que se difunde una idea de compromiso de parte de la organización para con sus trabajadores, en la que esta, la empresa, muestra interés por su recurso humano lo cual implica buenas relaciones con el sindicato y demás operarios.
- Durante el estudio se pudo concluir que la selección de un producto representativo, como el motón de acero en nuestro caso, para su respectivo análisis ergonómico y de salud ocupacional brinda mayores ventajas a la empresa, dado que este tipo de productos posee puestos estáticos en su proceso productivo en las diferentes áreas. Además que las mejoras se pueden extender a toda la familia del producto en estudio, debido a que no existen mayores variaciones en su elaboración.
- De la evaluación económica del estudio ergonómico, se puede apreciar que el valor del VAN es positivo, y el valor del TIR es superior al costo de oportunidad. Además nuestro periodo de recuperación es de 2,3 años, por lo cual se concluye que los proyectos de ergonomía y salud ocupacional son rentables siempre y cuando se identifiquen claramente los costos ocultos que incurre la empresa por no prestar atención a los problemas presentes en los puestos de trabajo de los operarios, y se tenga un periodo de recuperación de las inversiones conjuntamente con los beneficios a obtener.
- Durante la evaluación mediante metodologías, los puestos de oxicorte, forja, soldado y ensamble, con sus respectivas actividades, fueron seleccionados

como los más críticos. Esto se ve reflejado en los cuadros de descansos médicos presentados en los anexos, donde detallan a las áreas de dichos puestos de trabajo como las que más casos de horas perdidas y descansos médicos presentan. Por ende se puede concluir que la evaluación presentada es reflejo de la realidad de la empresa.

- Por último se concluye que tanto la ergonomía como la salud ocupacional se centran en mejorar la interacción del operario con su entorno, con el fin de evitar peligros y/o enfermedades laborales. Esto a través de las distintas metodologías, terminologías, diseños y criterios presentados a lo largo del presente estudio.

7.2 Recomendaciones

- En primer lugar se recomienda a la empresa que se pueda implementar las mejoras propuestas en el presente estudio ya que este se presenta con bases en definiciones y metodologías de ergonomía y salud ocupacional, además que se justifica su inversión con los indicadores económicos como el TIR y el VAN.
- Se recomienda difundir el estudio realizado del motón de acero, a los demás productos representativos de la línea de pesca en un corto plazo, y en un mediano a todas las demás líneas de producción.
- Se debe difundir los programas de ergonomía y salud ocupacional, los cuales detallan los correctos procedimientos a seguir para evitar complicaciones en la salud y como prevenir los accidentes. Esto a su vez debería formar parte de una política de seguridad industrial en la planta.
- Dado a la falta de información en los historiales de descansos médicos, accidentes e incidentes, se recomienda contar con una base de datos donde se identifiquen, no solo los historiales mencionados, sino sus principales causas y el monto que se incurrió para solucionarlas. Esto permitirá poder realizar mejores estudios sobre impacto económico e inversión en ergonomía y salud ocupacional.

BIBLIOGRAFÍA

- ASFAHL C. Ray. 2000. *Seguridad Industrial y Salud*. México. Editorial Prentice Hall.
- CARRUITERO NARVÁEZ, Andrea Judith. *Análisis y Mejora Ergonómica de puestos de trabajo de una línea de fabricación de envases de vidrio*. Tesis de titulación de Ingeniería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta 2012
- Comités Metal Mecánicos. Consulta: 18 de Marzo del 2012 (http://www.cmm.org.pe/articulos/pag_articulo_0130.htm)
- CORTÉS, José María. *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo*. Madrid: Tébar, 2005.
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona. Consulta: 25 de Marzo del 2012 (<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>)
- Ergocupacional. (2000). *Ergonomía Ocupacional S.C. Mantra (Manual Task Risk Assessment)*. Consulta: 15 de Marzo de 2012. (<http://www.ergocupacional.com/4910/20905.html>)
- FARRER, Francisco V., MINAYA, Gilberto L., NIÑO, José., RUIZ, Manuel., *Manual de Ergonomía* 1995. Madrid: Fundación Mapfre.
- GONZÁLEZ, Diego M. *Ergonomía y psicología*. Madrid: FC Editorial, 2002
- HENDRICK. 2003, Human Factors and Ergonomics Society. Consulta: 16 de Abril del 2012

- INDECOPI, *Seguridad y Salud Ocupacional*
Centro de Información y Documentación Septiembre 2009 Mayo. Consulta:
19 de Mayo del 2011
(http://www.indecopi.gob.pe/repositorioaps/0/14/jer/guias_informativas/so.pdf)
- LEE Harrison, 1998. *Manual de Auditoria Medioambiental, Higiene y Seguridad*. México. Editorial McGraw-Hill.
- LLANEZA ALVAREZ, Javier. 2007 *Ergonomía y psicología aplicada*. Editorial Lex Nova S.A.
- Ministerio de Salud, 2005. *Manual de Seguridad Ocupacional*. Consulta: 13 de Mayo del 2011 (<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd27/salud.pdf>)
- MAPFRE, S. F. (2003). *Manual de Ergonomía*. MAPFRE S.A. Consulta: 16 de Abril del 2012
- MAYHUA, Cesar, 2011. *Seguridad Integral*. Diapositivas de clase. Pontificia Universidad Católica de Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta 18 de Diciembre del 2011
- MONDELO, Pedro R., Enrique, GREGORI. Joan, BLASCO 2001 *Ergonomía 3*. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. C.d. (s.f.)
- NIEBEL, Benjamin. *Ingeniería industrial: métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Alfaomega, 2004
- PALOMINO GUERRA, Milagros. *Análisis Ergonómico de una línea de empaque de galletas*. Tesis de titulación de Ingeniería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta 2011
- RAMÍREZ CAVASSA, César. 2008. *Ergonomía y Productividad*. México. Editorial Limusa S.A.

- VALENCIA, Adolfo, 2011. *Ergonomía Industrial*. Material de enseñanza. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Facultad de Ciencias e Ingeniería. Consulta 15 de Marzo del 2012
- VÁSQUEZ GOMERO, Jorge Luis. *Estudio Ergonómico en el área de mantenimiento en una empresa hidroeléctrica*. Tesis de titulación de Ingeniería. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería consulta 2011
- Universidad Técnica de Catalunya Consulta: 05 de Octubre del 2011 (<http://www.upctools.com/>)
- Ministerio de Salud, *Normas Legales*. Consulta: 19 de Mayo del 2012 (ftp://ftp2.minsa.gob.pe/normaslegales/2008/RM480-2008.pdf)

