



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“Evaluación Ergonómica de los Puestos de Trabajo en el Área de Forja y
Mecanizado en la Empresa Metalúrgica.
Caso: DANA Ejes y Cardanes C.A. ”.**

Autores:
Parra, Diomira
C.I. V-16.350.248
Velásquez, Lisset
C.I. V-16.896.708

Bárbula, Noviembre del 2008.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“Evaluación Ergonómica de los Puestos de Trabajo en el Área de Forja y
Mecanizado en la Empresa Metalúrgica.**

Caso: DANA Ejes y Cardanes C.A. ”.

Trabajo especial de grado presentado ante la ilustre Universidad de Carabobo para optar al
título de Ingeniero Industrial.

Autores:

Parra, Diomira
C.I. V-16.350.248
Velásquez, Lisset
C.I. V-16.896.708

Tutor Académico:

Prof. Eliana Rodríguez

Bárbula, Noviembre del 2008.



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Certificado de Aprobación

Nosotros los abajo firmantes, Miembros del Jurado, designados por el Consejo de Escuela para evaluar el Trabajo Especial de Grado titulado: **“Evaluación Ergonómica de los Puestos de Trabajo en el Área de Mecanizado y Forja en una Empresa Metalúrgica. Caso: DANA Ejes y Cardanes C.A. .”**, realizado por los Brs. Parra, Diomira C.I. 16.350.248 y Velásquez, Lisset C.I. 16.896.708, hacemos constar que hemos revisado y aprobado dicho trabajo, otorgándole la calificación de 19 puntos.

Prof. Eliana Rodríguez

Tutor

Prof. Crisdalith Cachutt

Jurado

Prof. Ruth Illada

Jurado

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	
I.1 Planteamiento del Problema.....	16
I.2 Objetivos de la Investigación.....	20
I.2.1 Objetivo General... ..	20
I.2.2 Objetivo Específicos	20
I.3 Justificación.....	20
I.4 Alcance.....	22
I.5 Limitaciones.....	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
II.1 Antecedentes de la Investigación.....	24
II. 2 Bases Teóricas.....	25
II.3 Definición de términos.....	34
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	
III.1 Tipo de investigación.....	42
III.2 Población y muestra	42
III.3 Fuentes y Técnica a Aplicar para la Recolección de datos.....	43
III.4 Fases de la Investigación.....	43
CAPÍTULO IV. DESARROLLO DEL ESTUDIO	
IV.1 Evaluación ergonómica de los puestos de trabajo del área de forja y mecanizado de la empresa Dana ejes y Cardanes.....	46
IV.2 Identificación de los factores de riesgo, mediante el análisis de los resultados de las entrevistas y de la observación directa.....	50

IV.3 Aplicación y análisis de resultados del Método L.E.S.T.....	53
IV.4 Aplicación y análisis de resultados del Método REBA.....	74
IV.5 Aplicación y análisis de resultados del método ISTAS21.....	89
IV.6 Aplicación y análisis de resultados del método NIOSH.....	84
 CAPÍTULO V. PROPUESTAS DE MEJORA	
V.1 Propuesta de mejora y prevención de los riesgos disergonómicos identificados.....	95
V.2 Mejoras en el Área de Mecanizado: Línea de Coco.....	95
V.3 Mejoras en el Área de Forja: Línea de Mecanizado de Tubo.....	101
V.4 Mejoras Generales.....	103
V.5 Evaluación Económica.....	104
 CONCLUSIONES.....	111
RECOMENDACIONES.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXOS	
ANEXO 1. (ISTAS21 Versión Corta).....	116
ANEXO 2. (Formato Resumen del REBA).....	120
ANEXO 3. (Cuestionario del método LEST).....	121
ANEXO 4. (Ecuación de NIOSH).....	131

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla Nº 1. Sistema de puntuación del método LEST.....	30
Tabla Nº 2. Tipos de coco para los modelos 44-4 y 44-3 y sus pesos...	47
Tabla Nº 3. Operaciones de la Línea de Mecanizado de Coco.....	48
Tabla Nº 4. Peso de los modelos de tubos.....	49
Tabla Nº 5. Operaciones de la Línea de Mecanizado de Tubo.....	49
Tabla Nº 6. Nocividad del Ambiente Térmico en el Área de Mecanizado en la Línea de Coco.....	54
Tabla Nº 7. Nocividad del Ambiente Térmico en el Área de Forja en la Línea de Mecanizado de Tubo.....	55
Tabla Nº 8. Nocividad del Ambiente Sonoro en el Área de Mecanizado en la Línea de Coco.....	56
Tabla Nº 9. Nocividad del Ambiente Sonoro en el Área de Forja en la Línea de Mecanizado de Tubo.....	57
Tabla Nº 10. Nocividad por Vibraciones en el Área de Mecanizado en la Línea de Mecanizado de Coco.....	58
Tabla Nº 11. Nocividad por Vibraciones en el Área de Forja en la Línea de Mecanizado de Tubo.....	59
Tabla Nº 12. Nocividad por Iluminación en el Área de Mecanizado en la Línea de Mecanizado de Coco.....	60
Tabla Nº 13 : Nocividad por Iluminación en el Área de Forja en la Línea de Mecanizado de Tubo.....	61
Tabla Nº 14. Carga Estática en la línea de Mecanizado de coco.....	62
Tabla Nº 15. Carga Estática en la línea de Mecanizado de tubo.....	63
Tabla Nº 16. Desplazamientos de Necesidades Personales por Línea	64
Tabla Nº 17. Desplazamientos Totales.....	65
Tabla Nº 18. Esfuerzo Muscular en la Línea de Coco.....	66
Tabla Nº 19. Esfuerzo Muscular en la Línea de Tubo.....	67
Tabla Nº 20. Transporte y Levantamiento de Cargas en la Línea de Coco.....	68

Tabla N° 21. Transporte y Levantamiento de Cargas en la Línea de Tubo.....	69
Tabla N° 22. Gasto energético de las Actividades en la Línea de Coco.	70
Tabla N° 23. Gasto Energético de las Actividades en la Línea de Tubo..	70
Tabla N° 24. Puntaje de los elementos de la carga mental.....	71
Tabla N° 25. Puntaje de los Aspectos Psicosociologicos.....	73
Tabla N° 26. Distribución de trabajadores evaluados por operación Línea de Mecanizado de coco.....	74
Tabla N° 27. Distribución de trabajadores evaluados por operación Línea de Mecanizado de Tubo.....	82
Tabla N° 28. Límite de Peso Recomendado en la Línea de Coco.....	92
Tabla N° 29. Índice de Levantamiento en la Línea de Coco.....	92
Tabla N° 30. Límite de Peso Recomendado en la Línea de Tubo.....	93
Tabla N° 31. Índice de Levantamiento en la Línea de Tubo.....	93
Tabla N° 32. Inversión en Mesa Elevadora y Giratoria.....	104
Tabla N° 33. Inversión en Conveyor.....	105
Tabla N° 34. Inversión en Ganchos de Aluminio.....	105
Tabla N° 35. Inversión en Conveyor para el volteo de los cocos.....	106
Tabla N° 36. Carritos para el almacenamiento y traslado de tubos.....	106
Tabla N° 37. Inversión Rediseño de cesta para almacenamiento de tubos.....	107
Tabla N° 38. Ingresos Promedio.....	107
Tabla N° 39. Inversión Inicial (II).....	108
Tabla N° 40. Vida Útil de las Propuestas.....	108
Tabla N° 41. Costos Operacionales.....	109
Tabla N° 42: Depreciación y Valor Residual.....	109
Tabla N °43: Flujos monetarios.....	110

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico N° 1. Resultados de la Operación 10 por modelo 44-4.....	75
Gráfico N° 2. Resultados de la Operación 10 por modelo 44-3.....	75
Gráfico N° 3. Resultados de la Operación 20A por modelo 44-4.....	76
Gráfico N° 4. Resultados de la Operación 20A por modelo 44-3.....	76
Gráfico N° 5. Resultados de la Operación 20B por modelo 44-4.....	76
Gráfico N° 6. Resultados de la Operación 20B por modelo 44-3.....	76
Gráfico N° 7. Resultados de la Operación 30 por modelo 44-4.....	77
Gráfico N° 8. Resultados de la Operación 30 por modelo 44-3.....	77
Gráfico N° 9. Resultados de la Operación 40-50 por modelo 44-4.....	78
Gráfico N° 10. Resultados de la Operación 40-50 por modelo 44-3.....	78
Gráfico N° 11. Resultados de la Operación 60A por modelo 44-4.....	78
Gráfico N° 12. Resultados de la Operación 60B por modelo 44-3.....	79
Gráfico N° 13. Resultados de la Operación 70 por modelo 44-4.....	79
Gráfico N° 14. Resultados de la Operación 70 por modelo 44-3.....	79
Gráfico N° 15. Resultados de la Operación 80 por modelo 44-4.....	80
Gráfico N° 16. Resultados de la Operación 80 por modelo 44-3.....	80
Gráfico N° 17. Resultados de la Operación 90 por modelo 44-4.....	80
Gráfico N° 18. Resultados de la Operación 90 por modelo 44-3.....	80
Gráfico N° 19. Resultados de la Operación 95 por modelo 44-4.....	81
Gráfico N° 20. Resultados de la Operación 95 por modelo 44-3.....	81
Gráfico N° 21. Resultados de la Operación 10 por modelo Toyota.....	83
Gráfico N° 22. Resultados de la Operación 10 por modelo I-190.....	83
Gráfico N° 23. Resultados de la Operación 20 por modelo Toyota.....	83
Gráfico N° 24. Resultados de la Operación 20 por modelo I-190.....	83
Gráfico N° 25. Resultados de la Operación 21 por modelo Toyota.....	84
Gráfico N° 26. Resultados de la Operación 21 por modelo I-190.....	84
Gráfico N° 27. Resultados de la Operación 30 por modelo Toyota.....	84
Gráfico N° 28. Resultados de la Operación 30 por modelo I-190.....	84

Gráfico N° 29. Resultados de la Operación 40 por modelo Toyota.....	85
Gráfico N° 30. Resultados de la Operación 40 por modelo I-190.....	85
Gráfico N° 31. Resultados de la Operación 50 por modelo Toyota.....	85
Gráfico N° 32. Resultados de la Operación 50 por modelo I-190.....	85
Gráfico N° 33. Resultados de la Operación 60 por modelo Toyota.....	86
Gráfico N° 34. Resultados de la Operación 60 por modelo I-190.....	86
Gráfico N° 35. Resultados de la Operación 80 por modelo Toyota.....	86
Gráfico N° 36. Resultados de la Operación 80 por modelo I-190.....	87
Gráfico N° 37. Resultados de la Operación 90 por modelo Toyota.....	87
Gráfico N° 38. Resultados de la Operación 90 por modelo I-190.....	87
Gráfico N° 39. Resultados de la Operación 100 por modelo Toyota....	88
Gráfico N° 40. Resultados de la Operación 100 por modelo I-190.....	88
Gráfico N° 41. Resultados de la Operación 110 por modelo Toyota....	88
Gráfico N° 42. Resultados de la Operación 110 por modelo I-190.....	88
Gráfico N° 43. Línea de Mecanizado de Coco.....	89
Gráfico N° 44. Línea de Mecanizado de tubo.....	90

ÍNDICE DE FÍGURAS

	Pág.
Figura N° 1. Mesa elevadora y giratoria.....	96
Figura N° 2. Conveyor Movable.....	98
Figura N°. 3. Ganchos para trasladar cocos.....	99
Figura N° 4. Rediseño en el conveyor para el volteo de los cocos.....	100
Figura N° 5. Carritos para el almacenamiento y traslado de tubos.....	101
Figura N° 6. Rediseño de cesta para almacenamiento.....	102



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**“Evaluación Ergonómica de los Puestos de Trabajo en el Área de Forja y Mecanizado
en la Empresa Metalúrgica
Caso: DANA Ejes y Cardanes C.A. ”.**

Autores:

PARRA, Diomira
VELASQUEZ, Lisset

Tutor: Prof. ELIANA, Rodríguez

RESUMEN

En esta investigación se propone disminuir el impacto de los factores de riesgos que puedan afectar la salud física y mental de los trabajadores, basado en la evaluación ergonómica de los puestos de trabajo en una empresa metalúrgica, específicamente DANA Ejes y Cardanes C.A. se determinó la situación actual de los de los puestos en el área de mecanizado de coco y en Forja en la línea de mecanizado de tubo. Se evaluó veinticinco puestos de trabajo en total en ambas líneas, donde se determino la nocividad de los mismos por medio de la aplicación del método L.E.S.T. Para los análisis posturales se evaluó por el método REBA mediante las filmaciones realizadas en cada puesto; se determino el riesgo laboral de naturaleza psicosocial en el método ISTA21 y se completo la evaluación con la determinación del límite de peso recomendado y el índice de levantamiento de acuerdo al método NIOSH. Los resultados en el ambiente físico muestran una alta nocividad por el ruido. En el caso de la carga mental y los aspectos psicosociales se tiene que el nivel de atención y el apremio al tiempo son los agentes con mayor compromiso. En cuanto a la demanda biomecánica en ambas líneas los puestos presentaron altos niveles de riesgo a lesiones músculos esqueléticos debido a la repetitividad con posturas forzadas con manipulación de sobrepeso y bipedestación prolongada. Con las encuestas realizadas con los apartados del aspecto psicosocial se encuentran la inseguridad y la estima con niveles de exposición desfavorables. Por otro lado los pesos levantados reportan un riesgo no tolerable esto se debe a que levantan cargas por encima del límite recomendado. A través de las mejoras propuestas se disminuye el nivel de nocividad en las condiciones de trabajo.

Palabras Clave: Riesgos Disergonómicos, Riesgos Psicosociales, REBA, ISTAS21, LEST, NIOSH.

AGRADECIMIENTOS

Ante que todo le doy gracias a Dios el creador por darme fuerza, vida y salud, e impulsarme en todas mis metas la cual esta ha sido la más importante en mí vida hasta ahora. Gracias mi dios.

A mi madre Senaida, por ser de carácter fuerte pero a su vez comprensiva, consejera, quien me ha apoyado pacientemente durante toda mí carrera.

A mí padre Antonio, por haberme ayudado y quien ha sido el empuje para cumplir todas mis metas, por su grandes esfuerzos para llevarlos a cabo.

A mi pareja William quien me ha apoyado y siempre ha estado ahí para aconsejarme y regañarme cuando es necesario, por toda su paciencia, ayuda, motivación para lograr lo que hoy soy.

A Lisset, compañera y amiga que con su fuerza de voluntad y perseverancia ha logrado ser pieza importante en mí vida, por ser como es ha alcanzado esta meta.

A todos Muchas Gracias

Diomira Parra, H.

DEDICATORIA

A mi Abuela Hilda, en donde quiera que este, siempre la recordare como una persona llena de fuerza y voluntad, quien me apoyo en lo bueno y en lo malo, esto es para ti.

Diomira Parra, H.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios en el nombre de Jesucristo, por que él es mi fortaleza y escudo alrededor de mí.

A mi Mamá Maria, por su apoyo incondicional, sin ellas y sus enseñanzas no estaría aquí ni sería quien soy ahora.

A mi papá Gilbert, por siempre estar pendiente de mí y apoyarme durante mi adolescencia.

A mis dos hermanas Yexeth y Michelle, por ser las mejores del mundo y estar conmigo incondicionalmente.

A mi amigo incondicional y concejero Héctor quien me ayudo durante toda mi carrera y siempre estar a mi lado en todo momento.

A mi tutora, la Prof. Eliana Rodriguez, por habernos soportado con mucha paciencia todos estos meses y preocuparse.

A Diomira, por tantos años de amistad y apoyo para alcanzar juntas nuestro sueño.

A todos mis amigos de la universidad por tantos momentos buenos y malos que compartimos: Ronny, Julliana, Ely, Keny, Gladys P, Gladys, Alexandra, Francys, Rebolledo, Alcides, les doy Gracias.

Lisset Velásquez, T.

DEDICATORIA

A Dios en el nombre de Jesucristo, Por darme la vida, la fe que en él tengo y darme la familia perfecta a la que amo muchísimo.

A mi madre, por el apoyo que me ha dado en toda mi vida, así como por su gran amor, comprensión, cariño, dedicación y por ayudarme a que este momento llegara...

A mis queridas hermanas de Sangre y corazón.

Lisset Velásquez, T.

INTRODUCCIÓN

Muchas empresas se están interesando por la prevención tanto de accidentes como de enfermedades profesionales que afectan su nivel de productividad y el bienestar integral de sus trabajadores. Este último factor es de principal importancia, ya que el hombre conforma el motor vital e impulsor del sistema productivo de un país, y a medida que se asegure su bienestar, éste podrá desarrollarse de una manera más eficiente en todos los niveles de su vida.

Los riesgos disergonómicos representan uno de los mayores problemas a escala mundial de lesiones que afectan negativamente la salud mental y física de los trabajadores, así como también la eficiencia en sus operaciones. Dentro de los riesgos principalmente se encuentra la demanda biomecánica y los factores de riesgos psicosociales, este último es abordado con nuevas herramientas para su intervención, partiendo de la importancia actual de su impacto, de sus causas y de cómo mejorar la organización del trabajo para evitarlos.

Las lesiones o enfermedades ocupacionales no solo se producen en los puestos de trabajo con alto compromiso físico, si no también en aquellos donde los operarios llevan una vida sedentaria. Estos son ocasionados tanto por la demanda biomecánica como por los factores de riesgo psicosociales.

Es importante agregar que dentro de los aspectos psicosociales que se deben considerar dentro de una evaluación ergonómica, existen ciertas condiciones que producen niveles de estrés que desmejoran la capacidad operativa del trabajador. Situaciones que estén relacionadas con el bienestar psíquico, mental y social, perturban la tranquilidad del operario, por ello se debe contar

con un puesto de trabajo que no se vea afectado por este tipo de factores negativos.

La empresa metalúrgica en estudio Dana división Ejes y Cardanes C.A, es consciente de la necesidad de minimizar la incidencia de enfermedades ocupacionales y ha enfocado su interés hacia el mejoramiento de los puestos de trabajo desde el punto de vista ergonómico, con la finalidad de buscar un estándar que ofrezca comodidad al trabajador e incrementos en los índices de producción.

Esta investigación busca obtener resultados que determinen la nocividad de los puestos de trabajo mediante la evaluación ergonómica y al mismo tiempo proponer mejoras que permitan disminuir la nocividad del entorno laboral y cualquier condición de riesgo disergonómico al que este expuesto el trabajador.

Capítulo I

El Problema

CAPÍTULO I

I.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el pasado, los trabajadores debían adaptarse a las características de las maquinarias, herramientas, método y a las condiciones del área de trabajo. Luego, comenzó una transformación de esa costumbre en la que se fijan las variables medibles y no medibles a través del producto o servicio para medir el nivel de riesgo de las condiciones disergonómicas. Sin embargo, en algunos entornos empresariales aun se mantiene dichas costumbres.

Como consecuencia de esto, aparecen metodologías orientadas hacia la evaluación de riesgos disergonómicos de diversa naturaleza y amplio reconocimiento, que aportan diferentes enfoques que merecen ser tomados en cuenta en un análisis holístico del trabajo; entre las metodologías de aplicación mundial, se encuentran: El Método Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo (LEST), consiste en cuantificar y medir variables que frecuentemente son tratadas de manera subjetiva, es una herramienta que sirve para mejorar las condiciones de trabajo de un puesto en particular; el Método Rapid Entire Body Assessment (REBA), analiza las posturas adoptadas por el trabajador; la ecuación de NIOSH, que permite evaluar tareas en las que se realiza levantamiento de carga, ofreciendo como resultado el peso máximo recomendado (PMR). Esto son algunos de los avances que se han realizado en búsqueda de la satisfacción de ser humano en su puesto de trabajo.

Según Maurice de Montmollin, hay dos tipos de Ergonomía complementarias. No hay homogeneidad en los modelos que explican al hombre en situación de trabajo y según el modelo con el que se trabaje, varía también el análisis de la problemática del riesgo de trabajo (accidentes y enfermedades profesionales).

El fisiólogo J. Amar, considerado por algunos como el padre de la biomecánica y contemporáneo de Taylor, publica en 1914 “El Motor humano” considerada como la primera obra de Ergonomía, en donde se dan las bases del trabajo muscular y se vincula lo a actividades profesionales.

Para Singleton y Kaderfors (2001), los principios básicos de la Ergonomía es que la máquina se concibe como un elemento al servicio de la persona, susceptible de ser modificada y perfeccionada; que el individuo constituye la base de cálculo del sistema hombre - máquina y en función de ésta, la máquina deberá ser diseñada, a fin de permitirle realizar el trabajo libre de toda fatiga física, sensorial o psicológica.

En general, la aplicación de los conocimientos que aporta la ergonomía se ha revelado como un elemento importante para la reducción de accidentes y de lesiones músculo esqueléticas y para el incremento de la productividad y de la calidad de vida, a su vez el desarrollo personal, basado en las leyes, normas y reglamentos como la Ley Orgánica de Prevención, condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT); Ley Orgánica del Trabajo (LOT); las Normas Covenin; el Reglamento de las Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo (RCHYST); donde hoy en día las empresas se están viendo obligadas al cumplimiento de las mismas.

En el sector industrial, específicamente en la empresa Metalúrgica DANA División Ejes y Cardanes C.A, actualmente los trabajadores del área de Forja línea de tubos y del área de Mecanizado línea de Cocos han acudido frecuentemente al servicio médico de la empresa, según cifras aportadas durante el segundo trimestre del año 2008 y de la cual se obtuvo que 28 visitas son del área de Forja donde la línea de tubos representa el 46% y del área de mecanizado se reportaron 60 visitas donde el 35% son de la línea de cocos; adicional a esto el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laboral (INPSASEL) emitió en el mes de mayo, siete (7) ordenamientos (Evaluación de Puesto de Trabajo) de las cuales tres (3) son de mecanizado de tubos y dos

(2) de cocos, los puestos de trabajos en estas áreas reportan el mayor índice de trastornos músculo esquelético en la espalda específicamente en la región lumbar. Los operarios en ninguna de las líneas cuentan con un mecanismo o herramienta adecuada para el traslado de los cocos y tubos de una operación a otra; además, se realizan actividades con repetidos movimientos, postura inadecuadas y ejerciendo excesiva fuerza; por esta razón se pretende evaluar once (11) puestos de trabajo en la línea de mecanizado de tubos y once (11) puestos en la línea de mecanizado de cocos, dando un total de veintidós (22) puestos a evaluar en la empresa.

Por medio de la observación se pudo constatar que en todas las actividades realizadas en cada operación existe: un nivel elevado de repetitividad (400 y 270 veces por cada línea respectivamente); posturas forzadas de tronco mayor de 45° con rotación y laterización; flexiones y giro de cuello mayor a 60°; bipedestación prolongada y con apoyo en un sólo pie; flexión y extensión de brazos, antebrazos y muñecas. Adicional a esto en todas las operaciones se manipulan manualmente pesos que van desde 18 a 37 Kilogramos, donde se tiene que trasladar, empujar, halar, levantar las piezas (tubos o cocos); además se encuentran altos niveles de nocividad por ruido y un ambiente caluroso.

En ambas líneas los operarios manifestaron dolencias en la espalda específicamente en la cintura, en los hombros, en las piernas y cansancio en general; estos factores pueden causar lesiones músculo-esqueléticas y accidentes que para la empresa representa aumento de ausentismo de los trabajadores, visitas al servicio médico, entre otros.

En resumen ambas líneas serán objeto de estudio para evaluar el nivel de nocividad de los puestos de trabajo sobre los operarios.

I.2 OBJETIVOS

I.2.1 OBJETIVO GENERAL

Reducir los riesgos disergonómicos de los Puestos de Trabajo del área de forja y mecanizado de la empresa DANA Ejes y Cardanes.

I.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la nocividad de las condiciones de trabajo mediante el método L.E.S.T.
- Evaluar la demanda biomecánica de los puestos de trabajo a fin de cuantificar el nivel de riesgo a padecer lesiones músculo - esqueléticas, utilizando el método REBA.
- Estimar el peso máximo recomendado (PMR) que es posible levantar en las condiciones del puesto de trabajo para evitar apariciones de lumbalgias y problemas en la espalda por medio de la ecuación de NIOSH.
- Evaluar los factores de riesgo psicosocial a los que están expuestos los trabajadores, utilizando el método ISTAS21.
- Proponer mejoras que permitan disminuir la nocividad del medio ambiente de trabajo y cualquier condición de riesgo disergonómico al que esté expuesto el trabajador.

I.3 JUSTIFICACIÓN.

En toda organización existe el compromiso de la alta gerencia por garantizar puestos de trabajo seguros y saludables, es por esto que ha surgido la preocupación, en algunas empresas, por mejorar las condiciones disergonómicas en los procesos de producción.

Adicional a lo anterior, existen diversos métodos de identificación y análisis de riesgos ergonómicos exhaustivo que permite a la organización cumplir con la normativa legal vigente en Venezuela, específicamente con la Ley Orgánica de Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, ya que en ella se establece que los trabajadores en el ejercicio de sus actividades no deben ser sometidos a condiciones de trabajo peligrosas o insalubres que puedan ser eliminadas o minimizadas con modificaciones del proceso productivo, de acuerdo a los avances técnicos y científicos existentes.

Dicho de otra manera, es fundamental que cualquier empresa en la actualidad identifique y analice de forma eficiente y eficaz los riesgos existentes, más aún los ergonómicos, con la finalidad de disminuir la posibilidad de que ocurran accidentes y surjan enfermedades ocupacionales.

Con el presente estudio, se obtienen beneficios de gran relevancia tanto para la empresa como a sus trabajadores, ya que al proponer alternativas de mejoras que permitan reducir o eliminar las condiciones disergonómicas del área de Forjas y Mecanizado (en las líneas de mecanizado de tubos y cocos), por lo que beneficiará directamente al rendimiento laboral de los operarios y en consecuencia a la empresa aumentando la productividad.

Es importante destacar, que esta investigación aportará información importante a la Universidad de Carabobo relacionado con ergonomía en cuanto a la evaluación y condiciones de puestos de trabajo en el campo laboral que servirán para futuras investigaciones.

Adicional a lo anterior con esta investigación permite el cumplimiento de uno de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Industrial y poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera.

I.4 ALCANCE.

El presente estudio se evalúa el nivel de riesgo de los puestos de trabajo de la empresa metalúrgica DANA C.A. fabricante de piezas automotrices, ubicada en Carabobo en la zona Industrial de Valencia, ya que todas las actividades que se llevan a cabo en el área de Forja y Mecanizado implican riesgos y el análisis de los mismos se llevarán hasta la fase de proposición de mejoras, en base a la comparación de los resultados obtenidos con la aplicación del Método REBA (Rapid Entire Body Assessment), LEST, ISTAS21, considerando las posturas que adopta el trabajador durante la jornada laboral (8 horas) y las condiciones del ambiente físico de trabajo a la que se expone (ruido, temperatura, vibraciones y iluminación).

Capítulo II

Marco teórico

CAPÍTULO II

II.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

GÓMEZ CESAR y MORENO MARÍA (2006). “Evaluación Integral de los puestos de trabajo en el área de fusión y colada de empresa metalúrgica Caso: Dana Venezuela División SH Fundiciones” en esta investigación se realizó un estudio integral de los puestos de trabajo teniendo como prioridad la salud de los trabajadores, se determinó la influencia de los factores ambientales, fisiológicas, biomecánicos y psicológicos en las actividades laborales estudiadas. Utilizando las diferentes herramientas y métodos de evaluación tales como el REBA, LEST y el ISTAS21. Esta investigación ofrece una amplia ejemplificación de las diferentes metodologías de evaluación de puestos de trabajos, siendo de gran ayuda y referencia para aplicación de los mismos en el estudio presente.

FERNÁNDEZ SIMÓN y VERDE DAVID (2007). “Estudio Integral de los Puestos de Trabajo en el Área de Noyería en una Empresa Metalúrgica”. Este estudio tuvo como objetivo disminuir el impacto de los factores de riesgo sobre los índices de seguridad, salud, productividad y calidad. Se utilizó la metodología LEST para evaluar la nocividad del entorno laboral, la Prueba Escalona de Manero donde se estima la capacidad física y relacionada con el consumo energético de la actividad, el método REBA se evalúa el nivel de riesgo músculo esquelético y el método ISTAS21 la cual mide el riesgo a la exposición de factores psicosociales. Las metodologías empleadas en esta investigación servirán como base para la determinación de los niveles de riesgo por posturas y demanda biomecánica.

RODRÍGUEZ, E. (2006). “Estudio Ergonómico en el Sector Automotriz Venezolano”. El presente estudio tuvo como finalidad evaluar el riesgo a lesiones músculo- esqueléticas en un grupo de trabajadores del sector automotriz venezolano atendiendo a variables biomecánicas, fisiológicas y

psicosociales con alta influencia en la aparición y cronicidad de este tipo de problemas. Las metodologías aplicadas fueron la estimación de la capacidad física de los trabajadores a través de la prueba escalonada de Manero y fue relacionada con el consumo energético de la actividad laboral. Adicionalmente se empleo el método LEST, REBA y MODSI. Esta investigación se empleo como guía en la aplicación de la evaluación de los riesgos en los puestos de trabajo.

II.2 BASES TEÓRICAS

Ergonomía

Es una ciencia que se encarga del estudio de la conducta y las actividades de las personas, con la finalidad de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, buscando optimizar su eficacia, seguridad y confort (Asociación Española de Ergonomía).

Objetivos de la ergonomía

- Reducir las lesiones y enfermedades ocupacionales.
- Disminuir los costos por incapacidad de los trabajadores.
- Aumentar los índices de producción.
- Mejorar la calidad del trabajador.
- Disminución del ausentismo.

- Fijar las pautas y principios aplicables para el diseño eficiente de los puestos de trabajo.

Clasificación de la Ergonomía.

Según la Asociación Española de Ergonomía, esta clasificación se divide en áreas especializadas como:

1. Antropometría

La antropometría es una de las áreas que fundamentan la ergonomía, se ocupa del estudio de las dimensiones físicas y proporciones del cuerpo humano que se refieren al tamaño del cuerpo, formas, fuerza y capacidad de trabajo.

2. Ergonomía Ambiental

La ergonomía ambiental es el área de la ergonomía que se encarga del estudio de las condiciones físicas que rodean al ser humano y que influyen en su desempeño al realizar diversas actividades, tales como el ambiente térmico, nivel de ruido, nivel de iluminación y vibración.

3. Ergonomía cognitiva

Los ergonomistas del área cognoscitiva tratan con temas tales como el proceso de recepción de señales e información, la habilidad para procesarla y actuar con base en la información obtenida, conocimientos y experiencia previa.

4. Ergonomía de Diseño y Evolución

Los ergonomistas del área de diseño y evolución participan durante el diseño y la evaluación de equipos, sistemas y espacios de trabajo; su aportación utiliza como base conceptos y datos obtenidos en mediciones antropométricas, evaluaciones biomecánicas, características sociológicas y costumbres de la población a la que está dirigida el diseño.

5. Ergonomía de Necesidades Específicas

El área de la ergonomía de necesidades específicas se enfoca principalmente al diseño y desarrollo de equipo para personas que presentan discapacidad física, para la población infantil y escolar, y el diseño de microambientes autónomos.

6. Ergonomía preventiva

La ergonomía preventiva es el área de la ergonomía que trabaja en íntima relación con las disciplinas encargadas de la seguridad e higiene en las áreas de trabajo. Dentro de sus principales actividades se encuentra el estudio y análisis de las condiciones de seguridad, salud y confort laboral.

Biomecánica

La biomecánica es el área de la ergonomía que se dedica al estudio del cuerpo humano desde el punto de vista de la mecánica clásica o Newtoniana, y la biología, pero también se basa en el conjunto de conocimientos de la medicina del trabajo, la fisiología, la antropometría, y la antropología.

Su objetivo principal es el estudio del cuerpo con el fin de obtener un rendimiento máximo, resolver algún tipo de discapacidad, o diseñar tareas y

actividades para que la mayoría de las personas puedan realizar sin riesgo de sufrir daños o lesiones.

Método LEST

El método LEST evalúa las condiciones de trabajo, tanto en su vertiente física, como en la relacionada con la carga mental y los aspectos psicosociales. Es un método de carácter general que contempla de manera global gran cantidad de variables que influyen sobre la calidad ergonómica del puesto de trabajo.

El 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 y pretende la evaluación de las condiciones de trabajo de la forma más objetiva y global posible, estableciendo un diagnóstico final que indique si cada una de las situaciones consideradas en el puesto es satisfactoria, molesta o nociva.

El objetivo de L.E.S.T

Es 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, tomando en cuenta que 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.

Ámbito de aplicación del método L.E.S.T

La información que es precisa recoger para aplicar el método tiene un doble carácter objetivo-subjetivo. Por un lado se emplean variables cuantitativas

como la temperatura o el nivel sonoro, y por otra, es necesario recoger la opinión del trabajador respecto a la labor que realiza en el puesto para valorar la carga mental o los aspectos psicosociales del mismo. Es pues necesaria la participación en la evaluación del personal implicado.

Diagnóstico para la aplicación del método L.E.S.T

Para determinar el diagnóstico el método considera 16 variables agrupadas en 5 aspectos (dimensiones): entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempo de trabajo. La evaluación se basa en las puntuaciones obtenidas para cada una de las 16 variables consideradas mediante el cuestionario de observación del método.

Factores a considerar para la aplicación del método L.E.S.T

Los factores a considerar se enumeran a continuación:

- **Ambiente físico**
 1. Ambiente Térmico.
 2. Ruido.
 3. Iluminación.
 4. Vibraciones.
- **Carga física**
 5. Trabajo estático.
 6. Trabajo dinámico.
- **Carga mental**
 7. Exigencia de tiempo.
 8. Complejidad – Rapidez.
 9. Atención.
 10. Minuciosidad.
- **Aspectos psicosociológicos**
 11. Iniciativa.

12. Estatus social.
13. Comunicaciones.
14. Cooperación
15. Identificación con el producto.

- **Tiempo de trabajo**

16. Tiempo de trabajo.

Una de las principales ventajas del método consiste en que permite obtener una puntuación para cada una de las variables estudiadas. Mediante los datos recogidos en la observación del puesto y el empleo de las tablas de puntuaciones se obtienen las valoraciones de cada variable y dimensión, que determina la situación del puesto o grupo de puestos de trabajo en relación a cada una de las variables. La valoración obtenida oscila entre 0 y 10, la interpretación de dichas puntuaciones se realiza según la siguiente tabla:

Tabla Nº 1. Sistema de puntuación del método LEST

SISTEMA DE PUNTUACIÓN	
0, 1, 2	Situación satisfactoria.
3, 4, 5	Molestias débiles para el trabajador. Algunas mejoras podrían aportar mayor confort.
6, 7	Nocividad media. Riesgo de fatiga.
8, 9	Nocividad importante. Fatiga relevante.
10	Alta nocividad.

Fuente: Método LEST. Adaptación del Dr. Rogelio Manero. Año 1993.

Los valores finales obtenidos para cada uno de los factores de carga se ofrecen en forma de histograma. Esta representación gráfica permite tener una visión rápida de las condiciones de trabajo y establecer así un primer

diagnóstico. Conociendo cuáles son los elementos más desfavorables de las condiciones de trabajo en forma globalizada, se pueden establecer prioridades a la hora de intervenir sobre los distintos factores observados. En una segunda fase se puede estudiar cada puesto de trabajo dentro del conjunto de la sección, el departamento, o de la empresa.

Ventajas que ofrece el método L.E.S.T

- Se requiere de la participación de todos los integrantes para la mejora de las condiciones de trabajo dentro de la organización.
- Los problemas que existen en el trabajo pueden estudiarse una vez que se adquiere el conocimiento del mismo.
- Cuando se mejoran las condiciones de trabajo, todos los niveles jerárquicos de la organización tienen un lenguaje que lo que cada uno quiere. A continuación, se presenta la forma en cómo se hacen los análisis.

Definición de lesiones músculo esqueléticas (LMS)

Son todas aquellas afecciones agrupadas bajo la denominación de Trastornos Músculo-esqueléticos (TME), que afectan a los: tendones, músculos, articulaciones, huesos y nervios. Las lesiones músculo-esqueléticas se producen por la exposición de los trabajadores a factores de riesgos de carga física, tales como: posturas forzadas, manipulación de cargas, movimientos repetidos, tiempo de reposo, el ritmo de trabajo y el estrés.

Método REBA

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) fue propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtamney y publicado por la revista especializada *Applied Ergonomías* en el año 2000. 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.

El 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.

Método ISTAS21

El método ISTAS21 es un instrumento para la prevención. Propone una Metodología para la Evaluación de los Riesgos Psicosociales que permite identificar los riesgos, evaluarlos y definir las medidas para la intervención. Este método es la adaptación al español del Cuestionario Psicosocial de Copenhague (CoPsoQ).

Sus principales características son:

1. Identifica y mide factores de riesgo, es decir, aquellas características de la organización del trabajo para las que hay evidencia científica

suficiente de que pueden perjudicar la salud. Está basado en evidencias científicas con una base conceptual clara y explícita.

2. Se trata de un instrumento universal, está diseñado para cualquier tipo de trabajo en el mundo laboral occidental. El cuestionario incluye 21 dimensiones psicosociales, que cubren el mayor espectro posible de la diversidad de exposiciones psicosociales que puedan existir en el mundo del empleo actual.

La relevancia para la salud de todas y cada una de estas dimensiones entre las diferentes ocupaciones y sectores de actividad puede ser distinta, pero en todos los casos se usan las mismas definiciones e instrumento de medida, lo que posibilita las comparaciones entre todas ellas. Esto supone la mejor base de información posible para la priorización de problemas y actividades preventivas en las empresas que, de hecho, constituyen en si mismas unidades de gestión integradas con distintas actividades y ocupaciones. El sentido y el espíritu de la prevención es garantizar que el trabajo no sea nocivo para la salud, independientemente de la actividad, ocupación o cualquier otra condición social

3. Es un cuestionario individual, anónimo, confidencial y de respuesta voluntaria. Tiene dos versiones que se adecuan al tamaño de la empresa: una para empresas de 25 o más trabajadores, y otra para empresas de menos de 25 trabajadores.
4. El análisis de los datos es estandarizado y la aplicación informática es de uso muy sencillo.

5. Es una metodología cuyos resultados permiten detectar áreas de mejora y el desarrollo de alternativas más saludables de la organización del trabajo.

II.3. DEFINICION DE TÉRMINOS

Accidente de Trabajo: Todo suceso que produzca en el trabajador y la trabajadora, una lesión funcional o corporal, permanente o temporal, inmediata o posterior, o la muerte, resultante de una acción que pueda ser determinada o sobrevenida en el curso del trabajo, por el hecho o con ocasión del trabajo.

Actividad: Son los distintos procedimientos, tareas realizadas por el trabajador o trabajadora, para cumplir con la intención de trabajo, donde existe la interacción dinámica entre el objeto que ha de ser transformado, los medios (herramientas, máquinas, equipos y útiles de trabajo) que intervienen en dicha transformación.

Carga Física: Son los requerimientos psico-físicos a los que el trabajador se ve sometido durante la duración de la jornada laboral.

Centros de Trabajo: Se entenderá por centros de trabajo aquellos lugares de donde partan o a donde converjan las actividades de un número considerable de trabajadores y que estén ubicados fuera del lugar donde normalmente la mayoría de ellos tengan su habitación, sin exceptuar campamentos especialmente contruidos para alojarlos.

Enfermedad Ocupacional: Se entiende por Enfermedad Ocupacional los estados patológicos contraídos o agravados con ocasión del trabajo o exposición al medio, en el que el trabajador o la trabajadora se encuentra obligado a trabajar, tales como los imputables a la acción de agentes físicos y mecánicos, condiciones disergonómicas, meteorológicas, agentes químicos, biológicos, factores psicosociales y emocionales, que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes.

Lesiones de Trabajo: Efectos negativos en la salud, por la exposición en el trabajo a los Riesgos y/o Procesos Peligrosos.

Medidas de Prevención: Son las aquellas que permiten promover la mejora de la seguridad y salud de los trabajadores y las trabajadoras en sus centros de trabajo, mediante la aplicación de acciones y procedimientos eficaces para el control de riesgos y procesos peligrosos.

Prevención: es el conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la empresa con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

Riesgo: Según el Diccionario de la Real Academia Española (2007); es el daño potencial que puede surgir por un proceso presente o suceso futuro. Diariamente en ocasiones se lo utiliza como sinónimo de probabilidad, pero en el asesoramiento profesional de riesgo, el riesgo combina la probabilidad de que ocurra un evento negativo con cuanto daño dicho evento causaría. Es decir, en palabras claras, el riesgo es la posibilidad de que un peligro pueda llegar a materializarse.

Riesgo Laboral: La posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la posibilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.

Riesgos Disergonómicos: Murrue (2006), la definió como "El estudio científico de las relaciones del hombre y su medio de trabajo". Su objetivo es diseñar el entorno de trabajo para que se adapte al hombre y así mejorar el confort en el puesto de trabajo.

Entre las situaciones que presentan este tipo de riesgo están:

- Trabajar de pie.
- Levantar cargas con técnicas inapropiadas ocasiona lesiones en la columna vertebral.
- Estirar los brazos o piernas para cumplir con la tarea asignada.
- Levantar objetos y mantenerlo en la misma posición implica mayor esfuerzo muscular que puede ocasionar un aumento del trabajo del corazón.

Riesgos Psicosociales: Hans Selye, uno de los autores más citados por los especialistas del tema, plantea la idea del "síndrome general de adaptación" para referirse al estrés, definiéndolo como "la respuesta no específica del organismo frente a toda demanda a la cual se encuentre sometido". En 1936 Selye utiliza el término inglés stress (que significa esfuerzo, tensión) para cualificar al conjunto de reacciones de adaptación que manifiesta el organismo, las cuales pueden tener consecuencias positivas (como mantenernos vivos), o negativas si nuestra reacción demasiado intensa o prolongada en tiempo, resulta nociva para nuestra salud.

Riesgos Físicos: Según Martínez, Jesús G. (2001).

1) Ruido: El sonido consiste en un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico por una fuente de vibración. La onda es de tipo longitudinal cuando el medio elástico en que se propaga el sonido es el aire y se regenera por variaciones de la presión atmosférica por, sobre y bajo el valor normal, originadas por la fuente de vibración.

La velocidad de propagación del sonido en el aire a 0 °C es de 331 metros por segundo y varía aproximadamente a razón de 0,65 metros por segundo por cada °C de cambio en la temperatura.

Unidades de Medida: Se basa en la determinación del nivel que la potencia o presión de un sonido cualquiera tiene relación con una base de comparación fija, empleando una relación logarítmica por razones de comodidad en el manejo de las mediciones; se obtienen así la unidad llamada bel (b). Sin embargo, esta unidad es todavía muy grande y da a los sonidos auditivos un rango de variación muy estrecho desde el punto de vista práctico. Por esta razón se emplea en su lugar una unidad más pequeña, que es el Decibel o décima parte del bel.

Sin embargo, para evaluar o medir el ruido atendiendo a sus posibles consecuencias no basta el decibel como unidad de medida. En efecto el nivel del ruido medido desde el punto de vista físico, con un instrumento, es diferente del nivel del ruido que percibe el oído humano. Éste órgano no responde en forma igual a todos los tipos o frecuencias de sonidos y puede ocurrir que dos niveles sonoros iguales sean percibidos por el oído como de distinta intensidad. El concepto de intensidad del sonido debe entenderse en este caso como la magnitud de la sensación auditiva que una persona normal experimenta en relación con un sonido dado.

Existe un límite de tolerancia del oído humano. Entre 100-120 db, el ruido se hace incómodo. A las 130 db se sienten crujidos; de 130 a 140 db,

la sensación se hace dolorosa y a los 160 db el efecto es devastador. Esta tolerancia no depende mucho de la frecuencia, aunque las altas frecuencias producen las sensaciones más desagradables.

Los efectos del ruido en el hombre se clasifican en los siguientes:

- 1) Efectos sobre mecanismo auditivo.
- 2) Efectos generales.

Los efectos sobre el mecanismo auditivo pueden clasificarse de la siguiente forma:

- a) Debidos a un ruido repentino e intenso.
- b) Debidos a un ruido continuo.

2) Temperatura: Existen cargos cuyo sitio de trabajo se caracteriza por elevadas temperaturas, como en el caso de proximidad de hornos siderúrgicos, de cerámica y forjas, donde el ocupante del cargo debe vestir ropas adecuadas para proteger su salud. En el otro extremo, existen cargos cuyo sitio de trabajo exige temperaturas muy bajas, como en el caso de los frigoríficos que requieren trajes de protección adecuados. En estos casos extremos, la insalubridad constituye la característica principal de estos ambientes de trabajo.

La temperatura normal del cuerpo es alrededor de 37 grados centígrados. Sin embargo, el trabajo muscular produce calor y éste tiene que ser disipado para mantener, tal temperatura normal. Cuando la temperatura del ambiente está por debajo de la del cuerpo, se pierde cierta cantidad de calor por conducción, convección y radiación, y la parte en exceso por evaporación del sudor y exhalación de vapor de agua. La temperatura del cuerpo permanece constante cuando estos procesos compensan al calor producido por el metabolismo normal y por esfuerzo muscular. Se ha observado que el cambio en el ritmo cardíaco y en la temperatura del cuerpo de una estimación satisfactoria del

gasto fisiológico que se requiere para realizar un trabajo que involucre actividad muscular, exposición al calor o ambos.

3) Vibraciones: Las vibraciones se definen como el movimiento oscilante que hace una partícula alrededor de un punto fijo. Este movimiento, puede ser regular en dirección, frecuencia y/o intensidad, o bien aleatorio, que es lo más corriente.

Es frecuente encontrar un foco que genere, a la vez, ruido y vibraciones. Los efectos que pueden causar son distintos, ya que el primero centra su acción en una zona específica: El Oído, y las vibraciones afectan a zonas extensas del cuerpo, incluso a su totalidad, originando respuestas no específicas en la mayoría los casos.

En función de la frecuencia del movimiento oscilatorio y de la intensidad, la vibración puede causar sensaciones muy diversas que irían desde la simple discomfort, hasta alteraciones graves de la salud, pasando por la interferencia en la ejecución de ciertas tareas como la lectura, la pérdida de precisión al ejecutar ciertos movimientos o la pérdida de rendimiento a causa de la fatiga.

La exposición a las vibraciones se divide en dos categorías en función de la parte del cuerpo humano que reciban directamente las vibraciones. Así tendremos:

Las partes del cuerpo más afectadas son el segmento mano-brazo, cuando se habla de vibraciones parciales. También hay vibraciones globales de todo el cuerpo.

Salud ocupacional: es la rama de la medicina que se encarga de prevenir y controlar los riesgos a la salud. Los causados por agentes mecánicos pueden ser cerrados (contusiones) o abiertos (heridas).

Capítulo III

Metodología

CAPÍTULO III

III.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.

De acuerdo a la naturaleza y características de la investigación, este estudio estará basado dentro de la modalidad de un proyecto factible, debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.

En el caso de la evaluación de los puestos de trabajo en el área de Forja y Mecanizado de la empresa metalúrgica DANA C.A, se medirán una serie de variables por medio de la observación directa del trabajador en su puesto de trabajo para así describir la situación actual de dichas áreas, al igual que el comportamiento asumido por el operario a través de los cambios de horario experimentados. Estableciéndose inicialmente una fase de diagnóstico para posteriormente cuantificar y analizar los riesgos ergonómicos identificados en los trabajadores.

III.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Según las investigaciones de Tamayo y Tamayo (1997), la población es una totalidad del centro de estudio en donde las unidades poseen una característica en común, la cual se investiga y estudia para ciertos proyectos de investigación.

Con respecto a la investigación de interés está constituida por todos los operarios que están directamente involucrados con la producción del área de Forja y Mecanizado de la empresa, el cual es un grupo que está conformado

por un total de 43 trabajadores del área de forja y 86 del área de mecanizado dando un total de 129 trabajadores, la muestra a evaluar se ha seleccionado de manera intencional ya que se requieren casos típicos de la población como lo son: los ordenamientos emitidos por el (INPSASEL) en el mes de mayo (siete (7) ordenamientos de Evaluación de Puesto de Trabajo), la información proporcionada por los índices de morbilidad del servicio médico de la empresa, el nivel de complejidad de las actividades a desempeñar en los puestos de trabajo y las sugerencias suministradas por los trabajadores, por esta razón se pretende evaluar once (11) puestos de trabajo en ambas líneas de coco y de tubo y veinticinco (25) trabajadores.

III.3 FUENTES Y TÉCNICAS A APLICAR PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para llevar a cabo la investigación, se asistió toda la información mediante las fuentes primarias, a través de la observación directa, con el fin de evaluar las condiciones laborales que presentan los trabajadores, la filiación en tiempo real de los puestos de trabajo, caracterización del ambiente físico del área. Las fuentes secundarias vinieron dadas por los registro de las visitas a servicio médico, de la empresa y cualquier otra información de los procesos en las áreas de estudio, así como cualquier bibliografía que sirva de fuente para el desarrollo de la investigación.

La técnica que se emplea para hacer la recolección de datos es la aplicación de un cuestionario (Cuestionario del método ISTAS21), con el que se espera obtener toda la información posible, a través de un grupo significativo de personas.

III.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Para cumplir los objetivos propuestos de esta investigación, además de la recolección de datos y análisis de la información, se procede a emplear una metodología que consta de las siguientes etapas:

Fase I: Aplicación de metodologías

La recopilación de información se llevó a cabo por medio de filmaciones en tiempo real, observación directa, aplicación del cuestionario del método ISTAS21, aplicación del método L.E.S.T, REBA y la ecuación de NIOSH, entrevistas con los trabajadores e información suministrada por la empresa.

Fase II: Análisis de Resultados

Se procesó los resultados obtenidos en la fase anterior con el fin de identificar los factores de riesgos físicos y psicosociales presentes en los trabajadores, al igual que la nocividad de los puestos de trabajo.

Fase III: Propuesta de Mejora

Consiste en la integración completa de la información obtenida de todas las fases anteriores con el fin de cumplir el resto de los objetivos propuestos en la investigación, para implementar la mejora y disminuir y/o eliminar las condiciones disergonómicas y nocivas para la salud de los trabajadores de la empresa metalúrgica DANA C.A.

Capítulo IV

Desarrollo del Estudio

IV.1 EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE LOS PUESTOS DE TRABAJO DEL ÁREA DE FORJA Y MECANIZADO DE LA EMPRESA DANA EJES Y CARDANES.

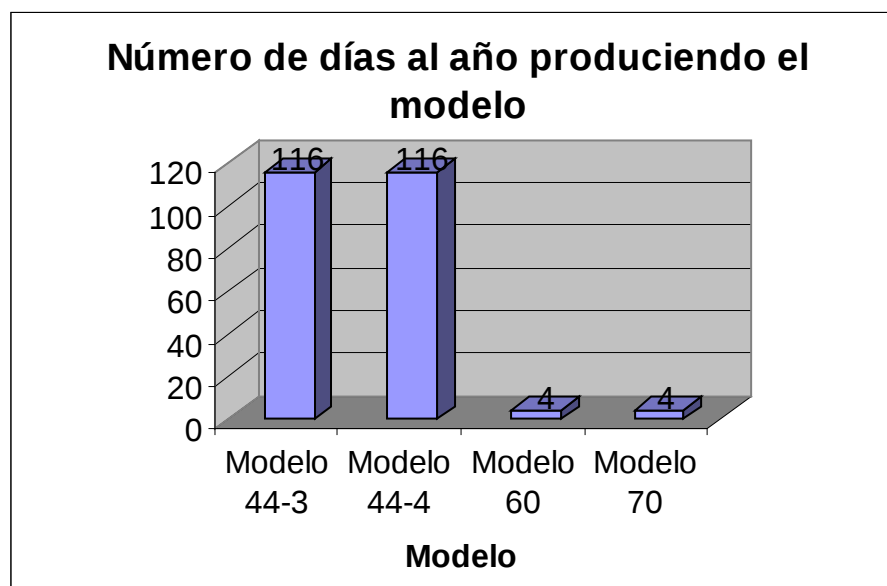
El desarrollo del estudio fue dividido en dos áreas de producción la de Mecanizado en la línea de Coco y de Forja en la línea de Mecanizado de Tubo. Se analizaron veintidós puestos de trabajo once por cada línea y se evaluaron veinticinco trabajadores en total, diez de Mecanizado de coco y quince de tubo.

Línea de Mecanizado de coco: existen cuatro modelos de cocos: el modelo 44-3 la cual se subdivide en otros modelos STD y Morganton; el 44-4 que se subdivide en Nemo, GMT-800, WK; el modelo 60 y 70. Los cocos son almacenados en paletas en el almacén de materia prima y son llevados a la línea por medio de un montacargas que dependiendo del modelo de coco a manufacturar vienen en arreglos de 45,27 ó 32. El operario o colaborador de la operación 10 que es donde inicia la línea retira el fleje y comienza a descargar los cocos uno a uno para realizarle el primer acabado a la pieza y donde el peso de los mismos se encuentran entre 21 y 35 Kg. En la línea existen once

operaciones las cuales son manejadas por 10 operarios que no rotan y están divididos en siete para el primer turno y tres para el segundo.

De acuerdo con la información suministrada por los operarios y el supervisor de la línea donde la mayor demanda de producción por días en el año lo reporta los modelos 44-3 y 44-4 en comparación con el modelo 60 y 70. Como se puede apreciar en el siguiente gráfico (Ver gráfico N° 1):

Gráfico N°1. Número de días al año produciendo cada modelo



En base a esta información el estudio se realizó para los modelos de coco 44-3 y 44-4 ya que pasan constantemente en todo el año por la línea de producción.

Generalmente en la misma se mecanizan 270 cocos por turno para cualquiera de los modelos a estudiar, donde los dos se dividen en varios modelos y el peso de cada uno varía la cual se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla N°2. Tipos de coco para los modelos 44-4 y 44-3 y sus pesos.

Modelo	SubModelo	Peso(Kg.)
44 - 4	Nemo	21
	GMT-800	25
	WK	23
44 - 3	STD	25
	Morganton	19

Las operaciones que se realizan en la toda la línea se describe en la Tabla N° 3 a continuación.

Tabla N°3. Operaciones de la Línea de Mecanizado de Coco

Operaciones	Descripción
Op.10	Fresado de la cara de la tapa del coco.
Op.20 ^a	Perforado y escoriar agujeros de referencia; avellanar, perforar y roscar agujeros de tapa y abrazaderas, perforar agujeros de estiramiento.
Op.20B	Perforado, chanfle y roscado de agujeros de la cara y abrazaderas del coco y diámetros de referencia.
Op.30	Fresado de asientos de abrazaderas.
Op.40-50	Desbaste de manga, estopera, rolinera y pines de desahogo.
Op.60A	Agujeros de soldadura, colocar abrazaderas y estampado de abrazaderas.
Op.60B	Agujeros de soldadura, colocar abrazaderas y estampado de abrazaderas.

Op.70	Pulido de Mangas.
Op.80	Fresado de abrazaderas de diferenciales.
Op.90	Diámetro de estopera, profundidad, rolinera externa, interna y de diferenciales.
Op.95	Limpieza, lavado y embalado de coco.

Línea de Mecanizado de Tubo: los modelos que se manufacturan en la línea y que depende de la producción planificada por la empresa son Toyota, GMT-900, I-900 y P-131. Los tubos son traídos de la máquina Upsetter donde son almacenados en cestas y por medio de un montacargas son llevados a la línea, los tubos varían de peso entre 9 y 18 kilogramos. las cuales se pueden observar en la próxima tabla.

Tabla N°4. Peso de los modelos de tubos

Modelo	Peso(Kg.)
KK	7,5
GMT- 900	9,5
I - 190	6,8
Toyota	9,2

Se estudiaron quince operarios o colaboradores de los cuales cuatro rotan de turno, más no de puesto de trabajo permanecen fijos la cual se pudo apreciar en la observación mientras procesaban los tubos.

Tabla N°5. Operaciones de la Línea de Mecanizado de Tubo

Operaciones	Descripción
Op.10	Desbaste de parte inferior interna y cara de la base inferior del tubo
Op.20	Agujeros con taladro en base inferior del tubo y limpieza de escoria

Op.21	Desbaste en parte interna superior del tubo y calibre del tubo
Op.30	Ensamblaje del cuerpo del tubo con la base inferior
Op.40	Unión con soldadura refuerzo en cuerpo del tubo Vs base inferior
Op.50	Taladrado de agujeros en la parte central del tubo
Op.60	Unión de Soldadura de pestañas de acero sobre agujeros de la parte central del tubo
Op.80	Unión de Soldadura de piezas de subensamblaje al tubo
Op.90	Eliminación de escoria de tubos Manual
Op.100	Lavado mecánico del tubo terminado
Op.110	Embalaje del tubo terminado

IV.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO, MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS Y DE LA OBSERVACIÓN DIRECTA.

Los riesgos disergonómicos representan uno de los mayores problemas a escala mundial de lesiones que afectan negativamente la salud mental y física de los trabajadores, así como también la eficiencia en sus operaciones. Dentro de los riesgos disergonómicos se encuentra la demanda biomecánica y los factores psicosociales, este último es abordado con nuevas herramientas para su intervención, partiendo de la importancia actual de su impacto, de sus causas y de cómo mejorar la organización del trabajo para evitarlos.

Los factores de riesgo en el trabajo que se observaron y se reportaron por medio de las entrevistas directas de los trabajadores en ambas áreas y en consecuencia en ambas líneas de producción en estudio, se mencionan:

A. Características físicas de la tarea (la interacción entre el trabajador y el ambiente laboral), ya que ciertas características del ambiente de trabajo se han asociado con lesiones como:

- **Las posturas:** en la realización de las actividades los operarios adoptan posturas inadecuadas para poder desempeñar el trabajo. En los 22 puestos de trabajo en general se observaron las siguientes posturas con mayor repetitividad:

Mecanizado de coco y tubo

- Bipedestación prolongada.
- Flexión de tronco.
- Torsión de cuello.
- Extensiones de los brazos.

• **Fuerza:** la velocidad de respuesta relacionada a la cantidad de unidades que demanda el cliente son factores que afectan la salud de los trabajadores y más aun cuando hay que realizar un sobreesfuerzo para realizar las tareas. Esto se logro detectar en el estudio por medio de la observación en la jornada laboral donde los operarios aplican fuerza por encima de la capacidad para elevar-bajar-empujar-halar-cargar-sostener los cocos y los tubos los cuales pesan más de los 10 Kg.

• **Repeticiones:** todas las operaciones en ambas líneas tienen un alto grado de repetitividad, por la línea de los cocos mecanizan 270 y la de los tubos 130 por turno; donde se pudo apreciar en la ejecución de las tareas que la parte del cuerpo humano con mayor repetitividad es la muñeca, los brazos y antebrazos.

• **Tiempo de recuperación:** los propios trabajadores de las dos líneas refirieron que no cuentan con un periodo de descanso mientras laboran en los puestos de trabajo, dicha información se confirmó por la observación directa en

los puestos de trabajo, representando un factor de riesgo adicional para la aparición de lesiones músculo esqueléticas.

- **Carga estática:** en el estudio de las tareas el trabajo estático resultó de gran interés ya que el mismo se realiza manipulando cargas desde 10, 18 y 25 Kg. con repetitividad; donde se vio comprometido principalmente la cintura, los hombros y brazos ya que tiene que sostener el coco o tubo para posicionarlo en la máquina.

- **Carga dinámica:** en la ejecución de las tareas con carga se observó que a pesar que son movimientos dinámicos se vieron comprometidos las muñecas y los antebrazos ya que se empujan, se halan, se giran y se transportan los cocos y los tubos de una operación a otra, todos los movimientos acompañados por el sobre esfuerzo.

B. Características ambientales (la interacción entre el trabajador y el ambiente laboral).

- **Iluminación:** al estudiar los puestos de trabajo se constató que no existe una visión clara del área donde se localiza o se posiciona los cocos y los tubos en la máquina, teniendo que esforzar la vista para realizar el trabajo. La iluminación en ambas líneas son general y localizada.

- **Ruido:** la exposición al ruido por los trabajadores en la línea de mecanizado de coco se vió presente por las máquinas unas más que otras debido a que esta se encuentra en un galpón cerrado, mientras en la línea de mecanizado de tubo adicional a las máquinas existe dos prensas de 2500 y 3500 toneladas que emiten un nivel de ruido de 92,5

dB(A) por encima del límite máximo permitido y en la cual la mayor parte de los trabajadores no utiliza protectores auditivos.

Factores psicosociales

Dentro de los aspectos psicosociales los trabajadores revelaron ciertas condiciones que producen niveles de estrés que desmejoran la capacidad operativa del trabajador, situaciones relacionadas con el bienestar psíquico, mental y social, insatisfacción con el salario en comparación con el trabajo realizado y la falta de control sobre las pausas y el ritmo de trabajo.

IV.3. APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MÉTODO L.E.S.T.

Para la medición de la nocividad de los puestos de trabajo a través del Método del Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo (L.E.S.T), la empresa facilitó información sobre anteriores mediciones en la planta en cuando a condiciones ambientales de ruido, vibraciones, temperatura e iluminación; las mismas fueron clave importante para estudiar la nocividad de las líneas de coco y tubo. La aplicación del método se llevó a cabo por medio de un cuestionario de observación para el estudio de los puestos de trabajo. La evaluación se basó en las puntuaciones obtenidas para cada una de las 16 variables agrupadas en cinco: entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempo de trabajo, luego fueron graficadas dichas puntuaciones para tener una visión rápida de las condiciones de trabajo y establecer así un diagnóstico del puesto.

AMBIENTE FÍSICO

Ambiente Térmico

Las condiciones ambientales y la actividad física causa estrés térmico en el trabajador en unos más que otros; y para determinar el nivel de riesgo a lo que están expuestos los trabajadores con este factor se consideraron las siguientes variables como: el consumo energético del trabajo, el tiempo de exposición al día y la temperatura efectiva.

Para el cálculo de la temperatura efectiva la empresa facilitó información de estudios anteriormente realizados por una empresa privada, dichos valores fueron: de la velocidad del aire, temperatura del globo y del bulbo húmedo; mientras que el tiempo de exposición del trabajo se calculo por medio de la observación directa y los videos. El consumo energético de la actividad se determinó a través de la carga física. Fueron evaluados todos los puestos de trabajo en ambas líneas y los resultados de la nocividad del ambiente térmico se observa a continuación en las tablas N°6 y N°7.

Tabla N°6. Nocividad del Ambiente Térmico en el Área de Mecanizado en la Línea de Coco.

Operación	Consumo Energético (Kcal./ día)	Tiempo de Exposición al día (Horas-min.)	Temperatura Efectiva (°C)	Puntuación
10	863.99	7 -30	27	9
20A	707.97	7 - 30	27	8
20B	743.3	7 - 30	27	8
30	421.04	7 - 30	27	7
40-50	735.37	7 - 30	27	7
60A	944.31	7 - 30	27	9
60B	772.63	7 - 30	27	8
70	365.29	7 - 30	27	7

80	407.85	7 - 30	27	7
90	845.65	7 - 30	27	9
95	1071.76	7 - 30	27	9

En la línea, siete puestos reportaron una nocividad importante presentando una fatiga relevante, esto es debido a que son máquinas de gran tamaño, realizan varios mecanizados al mismo tiempo y a que se encuentran ubicadas una al lado de la otra; mientras cuatro de los once puestos resultaron de nocividad media con riesgo de fatiga la cual se adjudica a que son máquina relativamente pequeñas que efectúan un solo mecanizado en el coco y algunas están protegidas con una compuerta de metal.

A pesar de que existen actualmente cuatro ventiladores en toda la línea el nivel de nocividad es importante y la causa principal es el reducido espacio que existe en el área la cual ocasiona que las máquinas se encuentren separado a distancias cortas y a que es un galpón cerrado por los cuatro costados.

Tabla N°7. Nocividad del Ambiente Térmico en el Área de Forja en la Línea de Mecanizado de Tubo.

Operación	Consumo Energético (Kcal./ día)	Tiempo de Exposición al día (Horas-min.)	Temperatura Efectiva (°C)	Puntuación
10	661.63	7 -30	27	8
20	489.89	7 - 30	27	8
21	574.5	7 - 30	27	8
30	1103.92	7 - 30	27	9

40	506.94	7 - 30	27	8
50	652.25	7 - 30	27	8
60	675.87	7 - 30	27	8
80	612.48	7 - 30	27	8
90	478.5	7 - 30	27	8
100	441.97	7 - 30	28	8
110	600.33	7 - 30	27	8

Ambiente Sonoro

Para la evaluación de los puestos de trabajo en la línea de mecanizado de coco y tubo, la empresa facilitó información de mediciones realizadas con anterioridad según la Norma Covenin 1565-95 "Ruido Ocupacional Programa de Conservación Auditiva, Niveles Permisibles y Criterios de Evaluación", donde los resultados obtenidos se clasifican bajo los siguientes parámetros:

Menor o igual a 85 dB (A): Nivel 0, puede laborar sin protección auditiva.

De 86 a 94 dB (A): Nivel 1, puede pasar máximo una hora de trabajo sin protección auditiva.

Mayor a 95 dB (A): Nivel 2, no se puede permanecer en esta área sin protección.

Debido a que se tienen diferentes valores de frecuencias en las mediciones, se presentaron los más críticos en cada línea por operación al igual que el nivel de atención de las tareas. Los resultados del nivel de intensidad sonora para cada área se muestran a continuación en la tabla N°8 y N°9.

Tabla N°8. Nocividad del Ambiente Sonoro en el Área de Mecanizado en la Línea de Coco.

Operación	Nivel de Ruido (dBA)	Nivel	Nivel de Ruido Permissible	Nivel de Atención	Puntuación
-----------	----------------------	-------	----------------------------	-------------------	------------

			Según Covenin(dBA)		
10	88.6	1	85	Importante	10+
20A	88.6	1	85	Importante	10+
20B	88.6	1	85	Importante	10+
30	88.6	1	85	Medio	9
40-50	88.6	1	85	Importante	10+
60A	88.6	1	85	Importante	10+
60B	88.6	1	85	Importante	10+
70	88.6	1	85	Importante	10+
80	88.6	1	85	Importante	10+
90	88.6	1	85	Importante	10+
95	88.6	1	85	Importante	10+

Con los resultados obtenidos en la línea se logra apreciar que los niveles de nocividad en los puestos de trabajo no varían mucho y que en la mayoría de las operaciones entre éstas la 10, 20A, 20B, 40-50, 60A, 60B, 70, 80, 90 y la 95 representan una alta nocividad siendo estas las más críticas en el línea, en cambio en la operación 30 reportó nocividad importante. Según los parámetros establecidos en la evaluación de los puestos el nivel que arrojó fue uno (1) en donde los trabajadores pueden laborar máximo una hora sin protección auditiva.

Tabla N°9. Nocividad del Ambiente Sonoro en el Área de Forja en la Línea de Mecanizado de Tubo.

Operación	Nivel de Ruido (dBA)	Nivel	Nivel de Ruido Permisible Según Covenin(dBA)	Nivel de Atención	Puntuación
Op.10	90.6	1	85	Importante	10++
Op.20	90.6	1	85	Importante	10++

Op.21	90.6	1	85	Importante	10++
Op.30	90.6	1	85	Importante	10++
Op.40	90.6	1	85	Importante	10++
Op.50	90.6	1	85	Importante	10++
Op.60	90.6	1	85	Importante	10++
Op.80	90.6	1	85	Importante	10++
Op.90	90.6	1	85	Importante	10++
Op.100	90.6	1	85	Importante	10++
Op.110	90.6	1	85	Importante	10++

Los niveles de nocividad presente en todos los puestos de trabajo en la línea son de elevada importancia.

Vibraciones

En ambas líneas, tanto la de coco como de tubo, la exposición a vibraciones es baja y la empresa no cuenta con estudios previos, es por esto que para la determinación del nivel de nocividad por medio de las variables de origen y frecuencia de las vibraciones, la amplitud y el tiempo de exposición al día se realizaron con estimaciones a través de la entrevista directa a los operadores de las líneas en estudio. Los resultados de este ambiente se presentan en las siguientes tablas N°10 y N°11.

Tabla N°10. Nocividad por Vibraciones en el Área de Mecanizado en la Línea de Mecanizado de Coco.

Operación	Origen y Frecuencia(Hz)	Amplitud	Tiempo de Exposición al día (hora)	Puntuación
10	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
20A	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4

20B	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
30	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
40-50	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
60A	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
60B	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
70	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
80	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
90	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
95	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4

El nivel de nocividad arrojado en todos los puestos de trabajo fue de cuatro la cual representa molestias débiles para el trabajador y que podría mejorar dicho valor con algunas mejoras en las máquinas para disminuir las vibraciones; las herramientas como el taladro y el aire comprimido es utilizado por ocho de los diez trabajadores para quitarle las escorias a la máquina como al coco son sentidas en las manos.

Tabla N°11. Nocividad por Vibraciones en el Área de Forja en la Línea de Mecanizado de Tubo.

Operación	Origen y Frecuencia(Hz)	Amplitud	Tiempo de Exposición al día (hora)	Puntuación
10	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
20	Herramientas y Máquinas	Media	6 a 7:30	7

21	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
30	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
40	Herramientas y Máquinas	Media	6 a 7:30	7
50	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
60	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
80	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
90	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
100	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4
110	Herramientas y Máquinas	Débil	6 a 7:30	4

Ambiente de Iluminación

El estudio ergonómico del ambiente lumínico de los puestos de trabajo en estudio se logró a partir de las variables de nivel de iluminación las cuales fueron valores suministrados por la empresa de estudio hechos anteriormente, el nivel de percepción y el contraste fueron valores obtenidos por medio de la observación directa y la entrevista a trabajadores electricista del departamento de mantenimiento.

Se evaluaron todos los puestos de las líneas de coco y tubo. Los resultados se muestran a continuación en la tabla N°12 y N°13.

Tabla N°12. Nocividad por Iluminación en el Área de Mecanizado en la Línea de Mecanizado de Coco.

Operación	Nivel de Iluminación (Lux)	Nivel de Percepción	Contraste	Puntuación
-----------	----------------------------	---------------------	-----------	------------

10	163	Elevado	Débil	10+
20A	192	Moderado	Débil	10
20B	205	Moderado	Débil	9
30	192	Moderado	Débil	10
40-50	174	Elevado	Débil	10+
60A	210	Moderado	Débil	9
60B	210	Moderado	Débil	9
70	185	Elevado	Débil	10+
80	185	Elevado	Débil	10+
90	206	Moderado	Débil	9
95	250	Moderado	Débil	9

Los resultados reflejados en la tabla N° 12 arrojaron una nocividad importante en las operaciones 20A, 60A, 60B, 90 y 95 debido a que en el área de trabajo se las máquinas se encuentran descubiertas en la parte superior lo cual hace que la iluminación sea uniforme; mientras en las operaciones 10, 30, 40-50, 70 y 80 las máquinas están más cerradas donde los trabajadores tienen que inclinarse para posicionar el coco en las mismas lo que disminuye la visión en el trabajo.

Por otra parte, el área es un galpón cerrado por lo que la iluminación existente es artificial general localizada con lámparas fluorescentes, sin embargo dos de las lámparas no funcionan ya que se encuentra quemadas.

Tabla N°13: Nocividad por Iluminación en el Área de Forja en la Línea de Mecanizado de Tubo.

Operación	Nivel de Iluminación (Lux)	Nivel de Percepción	Contraste	Puntuación
-----------	----------------------------	---------------------	-----------	------------

10	205	Moderado	Débil	9
20	182	Moderado	Débil	10
21	180	Moderado	Débil	10
30	180	Moderado	Débil	10
40	174	Elevado	Débil	10+
50	174	Elevado	Débil	10+
60	174	Moderado	Débil	10+
80	170	Extremadamente Elevado	Débil	10++
90	195	Elevado	Débil	10+
100	195	Moderado	Débil	10
110	195	General	Débil	5

CARGA FÍSICA

Carga Estática

En el estudio de los puestos de trabajo en ambas líneas de mecanizado se vieron comprometidas varias partes del cuerpo debido a posturas adoptadas y a la duración de las mismas, las cuales fueron resultado del estudio de los videos en cada operación y que junto a los valores del consumo energético presentes por cada postura se tomaron de la guía de observación del método LEST arrojando un puntaje entre el cero y diez, donde los resultados obtenidos de la carga estática para cada línea en estudio se presentan en las tablas N°14 y N°15.

Tabla N°14. Carga Estática en la línea de Mecanizado de coco.

Operación	Posición	Posturas
-----------	----------	----------

	del Cuerpo	Normal	Duración(min/hr)	Brazos Extendidos	Duración(min/hr)	Encorvado	Duración(min/hr)	Muy Encorvado	Duración(min/hr)	Consumo Energético (Kcal/Día)	Puntaje
10	De Pie	0.16	60	0.1	11.91	0.21	3.4	0.4	0.85	94.76	6
20A		0.16	60	0.1	10.38	0.21	3.24	0.4	-	90.54	4
20B		0.16	60	0.1	19.23	0.21	9.23	0.4	-	107.68	7
30		0.16	60	0.1	6.43	0.21	0.49	0.4	-	82.76	4
40-50		0.16	60	0.1	8	0.21	3.2	0.4	-	88.57	4
60A		0.16	60	0.1	5.44	0.21	2.47	0.4	0.99	88.46	5
60B		0.16	60	0.1	3.47	0.21	0.41	0.4	-	80.26	3
70		0.16	60	0.1	2.16	0.21	0.16	0.4	-	78.79	3
80		0.16	60	0.1	2.89	0.21	0.36	0.4	-	79.71	3
90		0.16	60	0.1	10.83	0.21	5.25	0.4	0.32	94.94	7
95		0.16	60	0.1	6.34	0.21	3.15	0.4	0.61	89.11	5

Ocho de los puestos se encuentra en una situación donde el trabajador puede llegar a presentar molestias débiles, tres reflejaron una nocividad media con riesgo a fatiga. Con respecto al consumo energético de los trabajadores no existen muchas diferencias aunque en las operaciones 10, 20A, 20B y la 90 reportan los valores más elevados esto se debe a la alta repetitividad con esfuerzo y a las posturas incómodas adoptadas a la hora de localizar el coco en la máquina ya que las mismas se encuentran a una altura por debajo de la cintura del operador y alejadas del cuerpo.

Tabla N°15. Carga Estática en la línea de Mecanizado de tubo.

Operación	Posición	Posturas
-----------	----------	----------

	del Cuerpo	Normal	Duración(min/hr)	Brazos Extendidos	Duración(min/hr)	Encorvado	Duración(min/hr)	Muy Encorvado	Duración(min/hr)	Consumo Energético (Kcal/Día)	Puntaje
Op.10	De Pie	0.16	60	0.1	11.2	0.21	8	0.4	0.5	94.5	7
Op.20		0.16	60	0.1	8.8	0.21	5	0.4	-	86.48	5
Op.21		0.16	60	0.1	-	0.21	5.2	0.4	-	80.19	4
Op.30		0.16	60	0.1	15.3	0.21	10.5	0.4	3.3	109.91	9
Op.40		0.16	60	0.1	9.4	0.21	14.5	0.4	—	101.88	6
Op.50		0.16	60	0.1	8.7	0.21	16.8	0.4	—	104.99	6
Op.60		0.16	60	0.1	11.5	0.21	15.9	0.4	—	105.66	7
Op.80		0.16	60	0.1	8.6	0.21	11.7	0.4	—	96.87	6
Op.90		0.16	60	0.1	7.9	0.21	16.2	0.4	—	103.44	6
Op.100		0.16	60	0.1	8.3	0.21	5.2	0.4	—	86.41	5
Op.110		0.16	60	0.1	10.8	0.21	9.6	0.4	—	95.22	5

Carga Dinámica

Para evaluar los trabajadores en cada línea se tomaron en cuenta los desplazamientos propios de las actividades del trabajo en cuanto al transporte y levantamiento de cargas tanto verticales como horizontales, los esfuerzos musculares que demandan las tareas, desplazamientos por necesidades personales como ir al baño, ir a tomar agua, ir al comedor entre otros; donde para esto se ven involucrados tres factores importantes entre ellos el peso de las piezas mecanizadas, el número de desplazamientos y la distancia a recorrer.

- Desplazamientos

Los resultados por desplazamientos por línea se muestran en la tabla N°16.

Tabla N°16. Desplazamientos de Necesidades Personales por Línea

Línea de Mecanizado	Necesidades	Número de veces al día	Distancia recorrida por viaje ida y vuelta (metros)	Total de distancia recorrida al día (metros)
Coco	Ir al Baño	3	60	180
	Ir a Tomar Agua	6	20	120
	Ir al Comedor	1	100	100
	Otros	5	30	150
	Total			550
Tubo	Ir al Baño	3	30	90
	Ir a Tomar Agua	8	20	160
	Ir al Comedor	1	120	120
	Otros	2	300	600
	Total			870

En el estudio de los puestos no se observó desplazamientos verticales sin carga solo horizontales, lo cual se puede apreciar en la tabla N°17.

Tabla N°17. Desplazamientos Totales

Línea	Desplazamientos	N°. Metros/Hora	N° Hr/Día	Consumo (Kcal/Metro)	Consumo (Kcal/Día)
Coco	Horizontales	68.75	8	0.048	26.4
	Verticales	-	8	0.73	-

Total de Desplazamientos					26.4
Tubo	Horizontales	108.75	8	0.048	41.76
	Verticales	-	8	0.73	-
Total de Desplazamientos					41.76

- Esfuerzos Musculares

En cuanto al estudio del esfuerzo muscular de los operarios en ambas líneas, en las siguientes tablas N°18 y N°19, se ve reflejada la intensidad del esfuerzo y la duración del mismo en la jornada laboral.

Tabla N°18. Esfuerzo Muscular en la Línea de Coco

Operación	Músculos Demandados	Intensidad del Esfuerzo	Duración del Esfuerzo/Hr (Min)	N° horas trabajo por día	Gasto (Kcal/Min)	Gasto (Kcal/Día)
10	2 Brazos	Pesado	11.06	7.5	2.8	232.26
	Cuerpo	Medio	14.25	7.5	5.0	159.57
20A	2 Brazos	Pesado	15.58	7.5	2.8	327.27
	Cuerpo	Débil	6.49	7.5	5.0	155.76
20B	2 Brazos	Pesado	18.46	7.5	2.8	387.69
	Cuerpo	Débil	9.23	7.5	3.2	221.53
30	2 Brazos	Pesado	14.85	7.5	2.8	311.88

40-50	2 Brazos	Pesado	13.6	7.5	2.8	285.6
	Cuerpo	Débil	7.2	7.5	3.2	172.8
60A	2 Brazos	Pesado	26.23	7.5	2.8	550.99
	Cuerpo	Medio	7.42	7.5	5.0	278.46
60B	2 Brazos	Pesado	24.65	7.5	2.8	517.65
	Cuerpo	Débil	6.18	7.5	3.2	148.32
70	2 Brazos	Medio	5.32	7.5	2.2	87.78
	Cuerpo	Débil	2.68	7.5	3.2	64.32
80	2 Brazos	Pesado	7.16	7.5	2.2	118.14
	Cuerpo	Débil	3.15	7.5	3.2	75.6
90	2 Brazos	Pesado	9.02	7.5	2.8	189.61
	Cuerpo	Medio	11.66	7.5	5.0	437.5
95	2 Brazos	Pesado	36	7.5	2.8	756
	Cuerpo	Medio	5.34	7.5	5.0	200.25
Total de Esfuerzos Musculares						5678.98

Tabla N°19. Esfuerzo Muscular en la Línea de Tubo.

Operación	Músculos Demandados	Intensidad del Esfuerzo	Duración del Esfuerzo(Min)	N° horas trabajo por día	Gasto (Kcal/Min)	Gasto (Kcal/Día)
10	2 Brazos	Medio	10.1	7.5	2.2	166,65
	Cuerpo	Débil	7.1	7.5	3.2	170,4
20	2 Brazos	Medio	7.3	7.5	2.2	120,45
	Cuerpo	Débil	4.6	7.5	3.2	110,4
21	2 Brazos	Medio	11.5	7.5	2.2	189,75
	Cuerpo	Débil	5.5	7.5	3.2	132
30	2 Brazos	Medio	12.5	7.5	2.2	206,25

	Cuerpo	Débil	10.6	7.5	3.2	254,4
40	2 Brazos	Medio	8.6	7.5	2.2	141,9
	Cuerpo	Débil	6.5	7.5	3.2	156
50	2 Brazos	Medio	9.7	7.5	2.2	160,05
	Cuerpo	Débil	8.4	7.5	3.2	201,6
60	2 Brazos	Medio	10.9	7.5	2.2	179,85
	Cuerpo	Débil	11.8	7.5	3.2	283,2
80	2 Brazos	Medio	6.1	7.5	2.2	100,65
	Cuerpo	Débil	10.1	7.5	3.2	242,4
90	2 Brazos	Medio	10.6	7.5	2.2	174,9
	Cuerpo	Débil	6.6	7.5	3.2	158,4
100	2 Brazos	Medio	5.1	7.5	2.2	84,15
	Cuerpo	Débil	6.3	7.5	3.2	151,2
110	2 Brazos	Medio	11.2	7.5	2.2	184,8
	Cuerpo	Débil	10.3	7.5	3.2	247,2
Total de Esfuerzos Musculares						3816,6

- Levantamiento y transporte de Cargas

Para la evaluación de este factor se considero el peso de la carga que pasa por las líneas con mayor frecuencia, donde en algunas operaciones existen solo levantamientos y en otro solo traslado de la carga, las mismas se pueden ver a continuación en las tablas N° 20 por líneas:

Tabla N°20. Transporte y Levantamiento de Cargas en la Línea de Coco

<i>Operación</i>	Peso de la carga	N° Transporte /Hr	N° metros recorridos con carga(m)	Altura de Elevación (m)	Consumo en Kcal / Metro	Consumo en Kcal / Hora	Consumo en Kcal / Día.
------------------	-------------------------	--------------------------	--	--------------------------------	--------------------------------	-------------------------------	-------------------------------

	(Kg.)						
10	25	72	3	0.5	0.579	42.26	316.98
20A	25	70	1	-	0.119	8.33	62.47
20B	25	-	-	-	-	-	-
30	25	-	-	-	-	-	-
40-50	25	70	1.5	-	0.119	12.49	93.71
60A	25	-	-	-	-	-	-
60B	25	-	-	-	-	-	-
70	25	70	1	-	0.119	14.4	62.47
80	25	70	1	-	0.119	14.4	62.47
90	25	67	1	-	0.119	7.97	59.79
95	25	-	-	-	-	-	-
Total en Levantamiento y transporte de cargas							657.89

Tabla N°21. Transporte y Levantamiento de Cargas en la Línea de Tubo

<i>Operación</i>	Peso de la carga (Kg.)	N° Transporte /Hr	N° metros recorridos con carga(m)	Altura de Elevación (m)	Consumo en Kcal / Metro	Consumo en Kcal / Hora	Consumo en Kcal / Día.
10	9.5	34	1.8	0.4	0.108	25.11	188.32
20	9.5	34	0.5	—	0.108	17.44	130.8
21	9.5	34	0.5	—	0.108	17.44	130.8
30	9.5	51	1.5	0.5	0.162	58.88	441.6

40	9.5	34	0.5	0.5	0.10.8	8.72	65.4
50	9.5	34	1.1	0.5	0.108	19.18	143.85
60	9.5	34	0.5	0.5	0.108	8.72	65.4
80	9.5	34	0.5	—	0.108	17.44	130.8
90	9.5	—	—	—	—	-	-
100	9.5	17	1.2	—	0.054	10.46	78.45
110	9.5	17	1.2	0.4	0.054	4.18	31.35

Después de haber analizado la carga dinámica y la estática a través de las posturas, los desplazamientos, los esfuerzos musculares y el levantamiento y traslado de cargas en los puestos de trabajo de ambas líneas de mecanizado, se agruparon las dos variables teniendo así el gasto energético de las operaciones, los resultados se muestran en las tablas N° 22 y N° 23:

Tabla N°22. Gasto Energético de las Actividades en la Línea de Coco

Operación	Carga Estática(Kcal./Día)	Carga Dinámica (Kcal./Día)	Consumo (Kcal./Día)	Puntaje	Tipo de Actividad
10	94.76	769.23	863.99	3	Media
20A	90.54	617.43	707.97	2	Débil
20B	107.68	635.62	743.3	2	Débil
30	82.76	338.28	421.04	0	Débil
40-50	88.57	646.8	735.37	2	Débil
60A	88.46	855.85	944.31	3	Media

60B	80.26	692.37	772.63	2	Débil
70	78.79	286.5	365.29	0	Débil
80	79.71	328.14	407.85	0	Débil
90	94.94	750.71	845.65	3	Media
95	89.11	982.65	1071.76	4	Media

Tabla N°23. Gasto Energético de las Actividades en la Línea de Tubo.

Operación	Carga Estática(Kcal./Día)	Carga Dinámica (Kcal./Día)	Consumo (Kcal./Día)	Puntaje	Tipo de Actividad
10	94.5	567.13	661.63	2	Débil
20	86.48	403.41	489.89	1	Débil
21	80.19	494.31	574.5	1	Débil
30	109.91	944.01	1103.92	4	Media
40	101.88	405.06	506.94	1	Débil
50	104.99	547.26	652.25	2	Débil
60	105.66	570.21	675.87	2	Débil
80	96.87	515.61	612.48	2	Débil
90	103.44	375.06	478.5	1	Débil
100	86.41	355.56	441.97	0	Débil
110	95.22	505.11	600.33	2	Débil

CARGA MENTAL

De los cuatro elementos que integran el parámetro de carga mental, el apremio de tiempo, la complejidad y rapidez de la tarea, el nivel de atención y la minuciosidad requerida para el desempeño de las tareas reflejan diferentes niveles de influencia atendiendo a la velocidad de producción tanto de los cocos como de los tubos.

Para la evaluación de la carga mental de los trabajadores se tomaron en cuenta las variables para cada parámetro, teniendo en ambas líneas trabajos

repetitivos. A continuación en la tabla N° 24, se observa el puntaje obtenido aplicando después de haber aplicado el cuestionario.

Tabla N°24. Puntaje de los elementos de la carga mental.

Elementos	Variables	Puntaje	Puntaje Final
Apremios de Tiempo	Modo de remuneración tiempo de entrada- ritmo.	3	7
	Cadena- no cadena, retardos a recuperar número de pausas.	10	
Complejidad - Rapidez	Duración media de cada operación. Duración de cada ciclo.	3	7
	N° elecciones efectuadas por ciclo. Duración cada ciclo.	4	
Atención Continuación Tabla N° 24	Nivel de atención requerida por la tarea, duración por hora del trabajo.	6	8
	Riesgo de accidente y frecuencia del riesgo.	3	
	Valor de piezas y productos, rechazo de	5	
	Características del material, frecuencia de riesgo de deterioro.	2	
	Posibilidad de hablar con otros trabajadores, duración para distraer la vista del trabajo.	8	
Minuciosidad	Nivel de percepción de los detalles dimensión de los objetos.	5	5

Los dos primeros elementos alcanzan cifras de nocividad media (puntajes de 7) y el tercer elemento con una nocividad importante (puntaje de 8) para los trabajadores, donde el factor tiempo influye con mayor fuerza en ambas líneas tanto en los retrasos por el ritmo de trabajo y por la inexistencia de pausas en la jornada, el nivel de rapidez en las operaciones cada vez aumenta más, al igual que el nivel de atención de las mismas. El cuarto elemento de la carga mental, la minuciosidad, aunque reflejo una nocividad baja en comparación a los demás puede llegar a representarlo en el futuro por el alto puntaje que arrojó el tiempo de distracción hablando con otros trabajadores.

ASPECTOS PSICOSOCIOLOGICOS

Para determinar el nivel de riesgo al que se exponen los trabajadores en ambas líneas se tomaron en cuenta los cinco aspectos psicosociologicos como la iniciativa, el estatus social, la comunicación, la cooperación y la identificación del producto donde a su vez estas se dividen en factores, se procedió por medio del cuestionario y arrojó cada línea lo que se muestra a continuación en la tabla N° 25.

Tabla N°25. Puntaje de los Aspectos Psicosociologicos

Aspectos	Variables	Puntaje	Puntaje Final
Iniciativa	Posibilidad de modificar el ritmo de las operaciones - ritmo dependiente - adelanto.	3	3
	Control de piezas por el trabajador – retoque de las piezas.	0	
	Regulación de la máquina – intervención por accidentes.	5	

Estatus Social	Formación requerida para la tarea.	5	5
	Duración aprendizaje en el puesto.		
Comunicaciones	Posibilidad de hablar – posibilidad de desplazarse.	4	2
	Numero de personas cerca – posibilidad de desplazarse.	0	
Cooperación	Tipo de relación – número medio por día.	4	4
Identificación del Producto.	Importancia de transformación efectuada.	3	3
	Situación del trabajador en el proceso.		

De los aspectos evaluados, la iniciativa, el estatus social y la cooperación dentro del proceso productivo mostraron más signos de nocividad bajas (puntajes de 3, 4 y 5) con respecto a la escala del diagnostico, con molestias débiles a los trabajadores en las líneas de coco y tubo. En el estatus social es el de mayor valor esto se debe a que los trabajadores tienen que tener un nivel de formación en el trabajo y unido a esto el tiempo de aprendizaje en el puesto es menor a una semana lo que ocasiona que el operador se sienta presionado y con la obligación de conocer el proceso rápido.

TIEMPO DE TRABAJO

Los trabajadores trabajan dos turnos de ocho horas laborales en un día lo que conlleva a tener una nocividad baja con un puntaje de cuatro.

IV.4 APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MÉTODO REBA.

Para el estudio de los puestos de trabajo con el método REBA, realizamos filmaciones a los trabajadores en plena jornada laboral, en donde se detalló

cada postura de tronco, movimiento de cuello, brazos, antebrazos y muñecas, posición de las piernas y el peso manejado. Se evaluaron 22 puestos en ambas áreas y 11 en cada línea por medio de los videos, para detectar el nivel de riesgo a padecer posibles lesiones músculo esqueléticas.

Línea de Mecanizado de Coco.

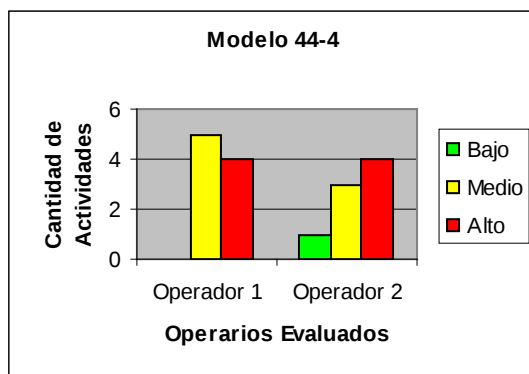
En la línea de mecanizado de coco se estudiaron para los dos modelos de coco que más pasan o demandan al año el 44-3 y 44-4, y a su vez se estudió todos los trabajadores de cada operación incluyendo los del segundo turno. La cantidad de operarios evaluados en cada línea se muestran en la tabla N° 26:

Tabla N°26. Distribución de trabajadores evaluados por operación Línea de Mecanizado de coco.

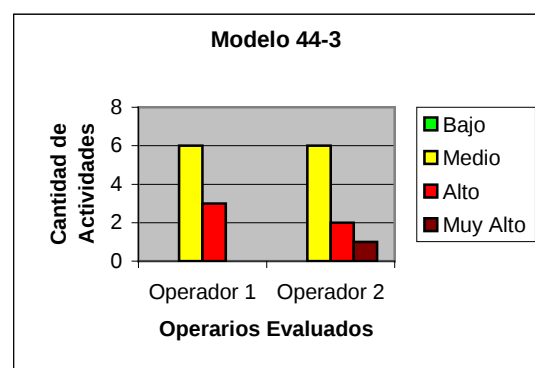
Operación	Trabajadores Evaluados con el Modelo 44- 4	Trabajadores Evaluados con el Modelo 44- 3
10	2	2
20A	1	1
20B	2	0
30	1	1
Continuación Tabla N° 26		2
60A	2	0
60B	0	1
70	1	1
80	1	1
90	2	2
95	1	1
Total	15	12

Modelo 44-4 y 44-3: Los resultados de la aplicación el método en la línea de coco se muestra a continuación en las siguientes graficas; donde en cada operación se refleja la cantidad de actividades que son nocivas y las que pueden llegar hacerlo a corto plazo por la alta repetitividad en los puestos, también se aprecia la diferencia o similitud que existe entre los dos modelos.

Gráfica N° 1. Resultados de la Operación 10



Gráfica N° 2. Resultados de la Operación 10

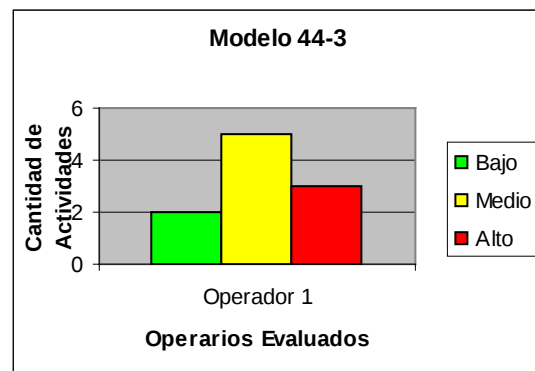
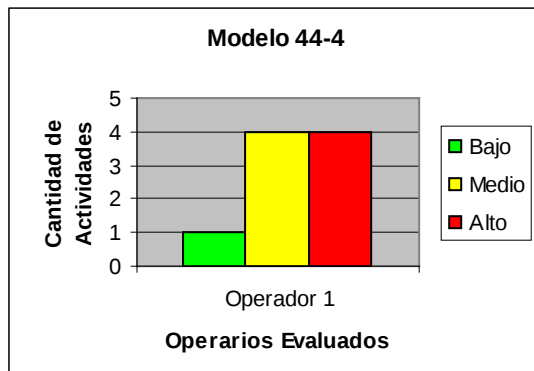


En esta operación con el modelo 44-4 la cantidad de actividades con un riesgo alto es el mismo y se atribuyen a las tareas, como las posturas adoptadas en el agarre del coco de la paleta, el posicionamiento del coco en la máquina al igual que el retiro y el empuje del coco en el conveyor a la siguiente operación.

Con el modelo 44-3 el nivel de riesgo medio resultó el mismo para ambos operadores, las cuales se deben al accionamiento de la máquina, el traslado del coco a la máquina y traslado al conveyor.

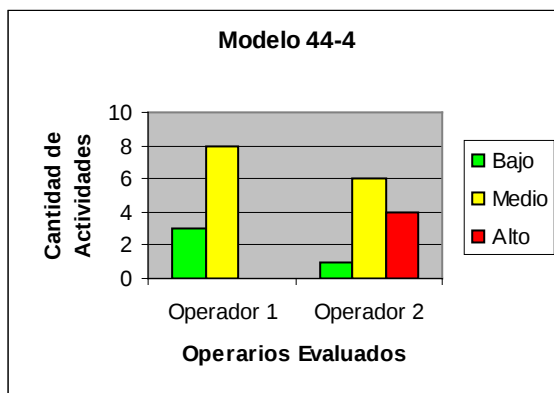
Gráfica N° 3. Resultados de la Operación 20A

Gráfica N° 4. Resultados de la Operación 20A

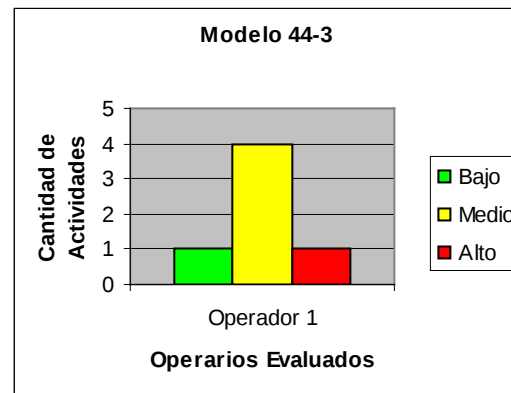


Se evaluó un solo operario para ambos modelos donde la cantidad de actividades con riesgo alto fueron a causa del traslado del coco hacia la máquina y luego al conveyor como el accionamiento de la palanca.

Gráfica N° 5. Resultados de la Operación 20B



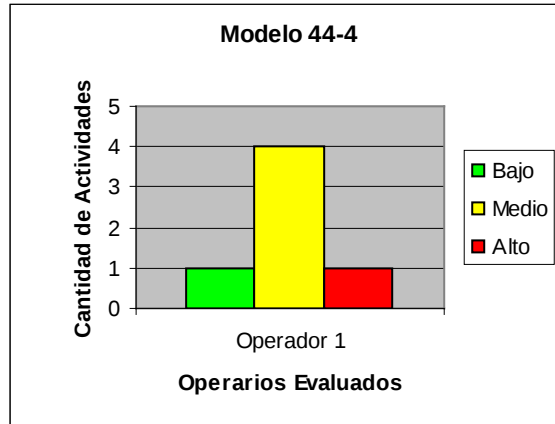
Gráfica N° 6. Resultados de la Operación 20B



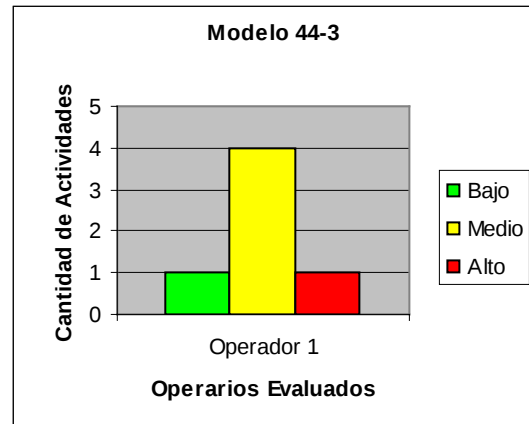
En el momento 44-4, se evaluaron dos operarios y para el modelo 44-3 uno, donde los tres reflejaron mayor cantidad de actividades con nocividad media.

En el operador dos, presento cuatro tareas con elevado riesgo a nivel lumbar en comparación con el 44-3 que arrojó dos, debido al movimiento de dorso flexión al momento de localizar y retirar el coco de los sujetadores de la máquina.

Gráfica N° 7. Resultados de la Operación 30



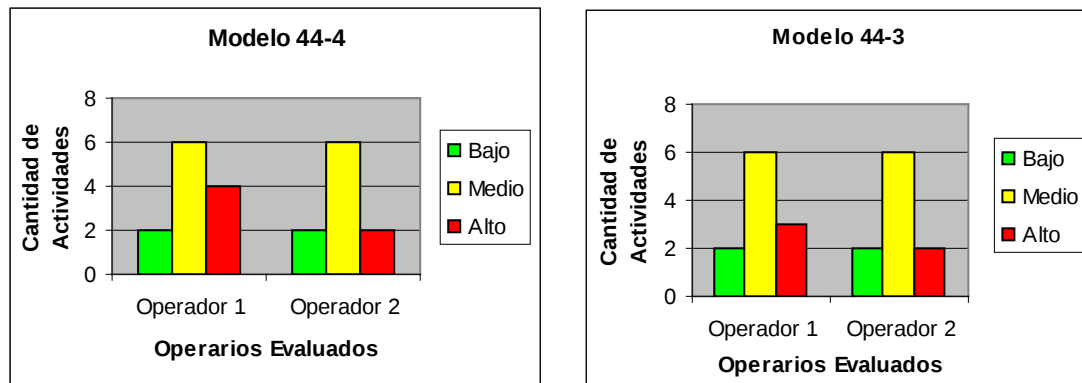
Gráfica N° 8. Resultados de la Operación 30



Se evaluaron dos operarios para ambos modelos, en las cuales se reportó para los mismos un nivel de riesgo medio, debido a que cuatro de las seis actividades que realizan afectan por igual a los dos trabajadores, como es posicionar y retirar el coco en la máquina, empujar la pieza a la próxima operación.

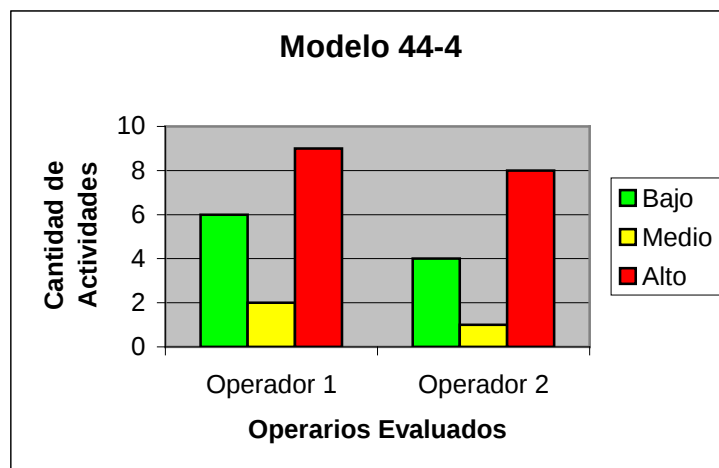
Gráfica N° 9. Resultados de la Operación 40-50

Gráfica N° 10. Resultados de la Operación 40-50



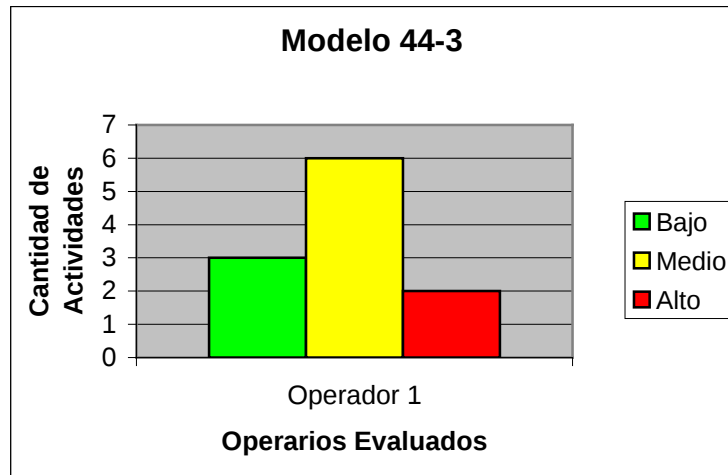
Se filmaron y se analizaron las posturas de dos operarios para ambos modelos, donde se muestra que no existe diferencia en la cantidad de actividades (4) con un riesgo medio para los dos trabajadores evaluados, siendo esta superior a los demás. Esta se debe a la laterización del tronco al trasladar el coco de la máquina al conveyor y viceversa, al posicionamiento del mismo en el equipo.

Gráfica N° 11. Resultados de la Operación 60A



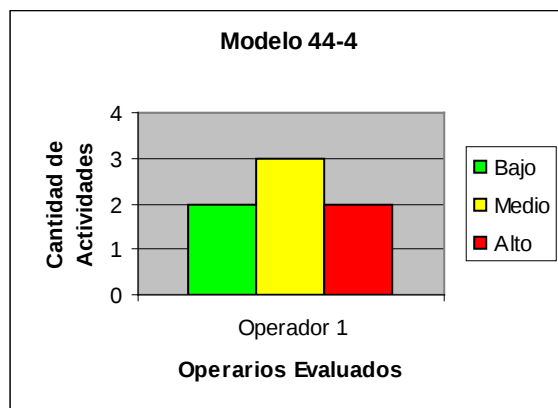
En la operación, sólo se mecaniza el modelo 44-4, en la cual se evaluaron dos operarios y puede apreciarse en el gráfico que los dos tienen un nivel de riesgo músculo-esqueléticos alto, ya que realizan ocho y siete actividades con posturas incómodas como laterización de tronco al momento de posicionar y retirar el coco en la máquina, elevación de hombro con abducción de los brazos de 15° cuando realiza el volteo del coco.

Gráfica N° 12. Resultados de la Operación 60A

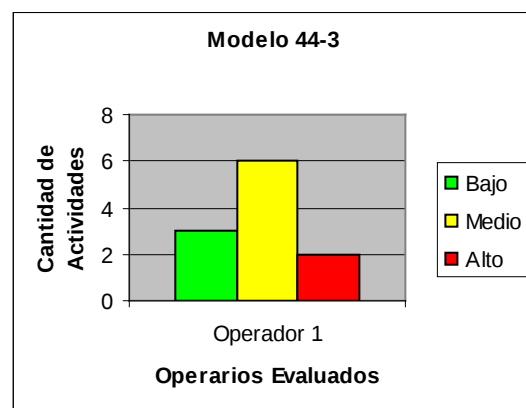


En la operación 60B, el operario realiza las mismas actividades que la 60A pero con menor compromiso de los miembros superiores, donde seis de las once actividades resulta con nocividad media.

Gráfica N° 13. Resultados de la Operación 70



Gráfica N° 14. Resultados de la Operación 70

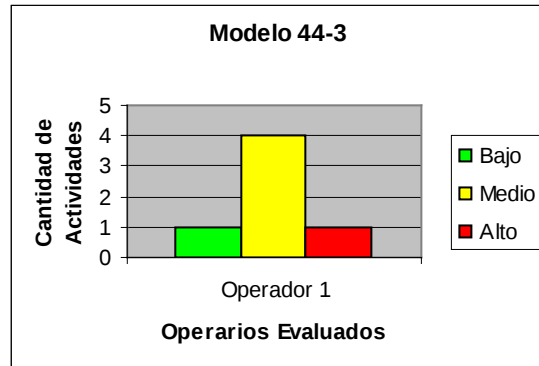
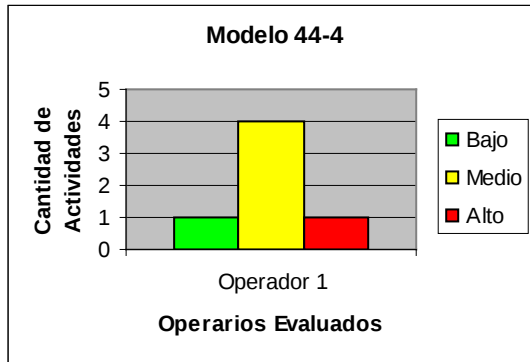


En el modelo 44-3 reportó mayor riesgo medio para el trabajador que el 44-4 comparado con el alto, esto es a causa de la localización y retiro del coco de la

Gráfica N° 15. Resultados de la Operación 80

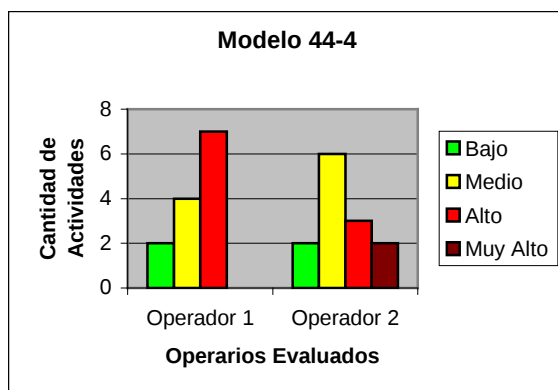
Gráfica N° 16. Resultados de la Operación 80

máquina ya que esta se encuentra alejada del eje central del cuerpo y él operario tiene que extender los brazos 90° para ubicar la misma.

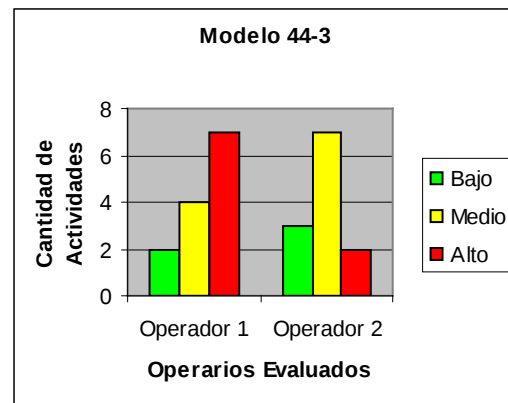


Para ambos modelos, los resultados fueron iguales arrojando la misma cantidad de actividades con nocividad media (4) y alta (1), esto es debido al traslado del coco a la máquina, y a que la misma se encuentra baja con respecto a la altura de trabajo del operador.

Gráfica N° 17. Resultados de la Operación 90



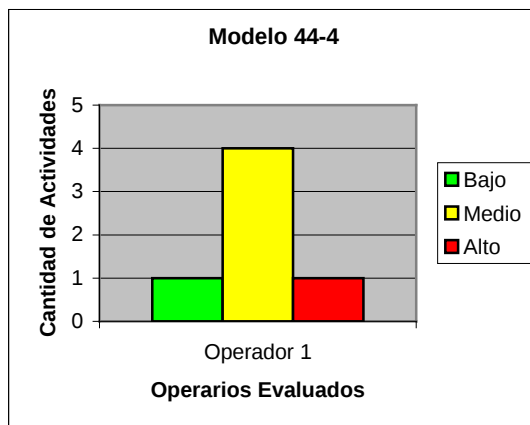
Gráfica N° 18. Resultados de la Operación 90



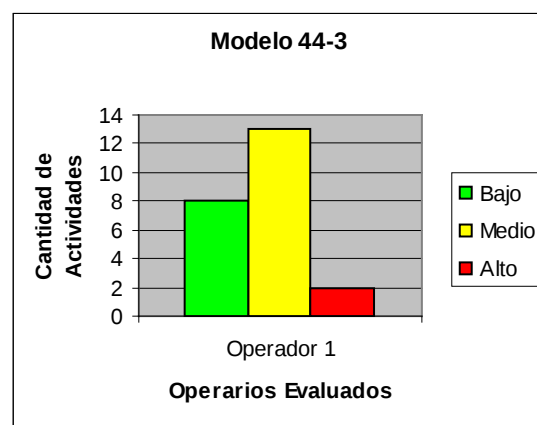
Para el operario 1, refleja el mismo nivel de nocividad de las actividades para ambos modelos, observándose un mayor impacto tareas con un riesgo alto, a causa de elevaciones de los hombros por encima de la cabeza y empujar el coco a la siguiente operación.

En cambio el operador 2, la mayoría de las actividades con un riesgo medio es el mismo para ambos modelos y sea tribuyen a las causas mencionadas anteriormente pero con menor impacto en el trabajador.

Gráfica N° 19. Resultados de la Operación 95



Gráfica N° 20. Resultados de la Operación 95



El operario realiza mayormente actividades repetitivas con el modelo 44-3 con respecto al 44-4, donde se ven comprometida las muñecas y el cuello, arrojando la mayoría de las actividades un nivel de nocividad medio.

Cabe destacar que dichos riesgos se pueden disminuir con el diseño y la implementación de propuestas de ingeniería y mejoras organizacionales.

Tabla N° 27. Distribución de trabajadores evaluados por operación Línea de Mecanizado de Tubo.

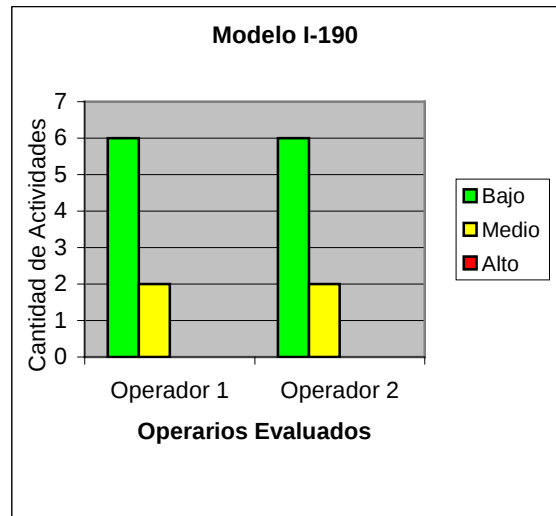
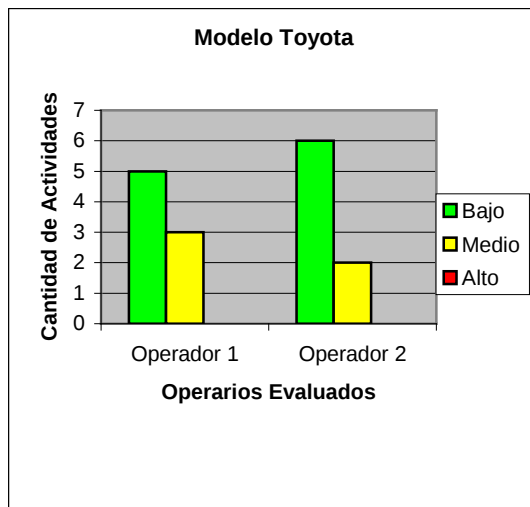
Operación	Trabajadores Evaluados
-----------	------------------------

Op.10	2
Op.20	2
Op.21	1
Op.30	1
Op.40	1
Op.50	1
Op.60	1
Op.80	4
Op.90	2
Op.100	2
Op.110	2
TOTAL	19

Modelo I-190 y Toyota: Los resultados de la aplicación el método en la línea de coco se muestra a continuación en las siguientes graficas; donde en cada operación se refleja la cantidad de actividades que son nocivas y las que pueden llegar hacerlo a corto plazo por la alta repetitividad en los puestos y la diferencia o similitud que existe entre los dos modelos.

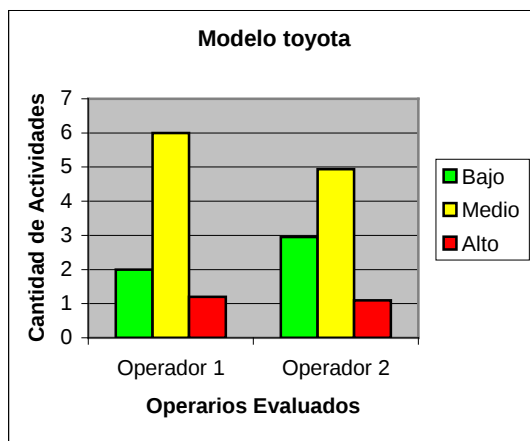
Gráfica N° 21. Resultados de la Operación 10

Gráfica N° 22. Resultados de la Operación 10

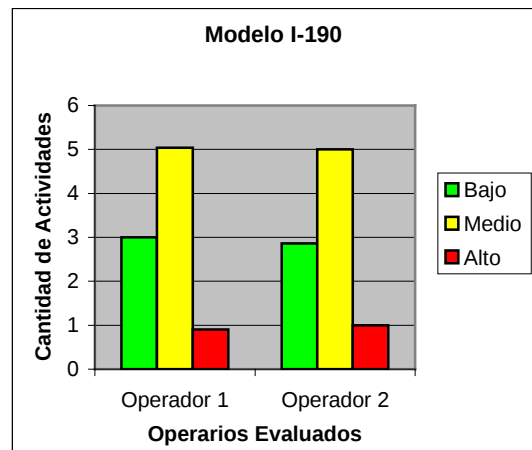


Los elementos que arrojaron resultado con nocividad media fueron: tomar el tubo de la cesta debido al compromiso de hombros con flexión entre 45° y 90° , introducir la pieza en el torno donde se observó flexión del tronco con rotación.

Gráfica N° 23. Resultados de la Operación 20

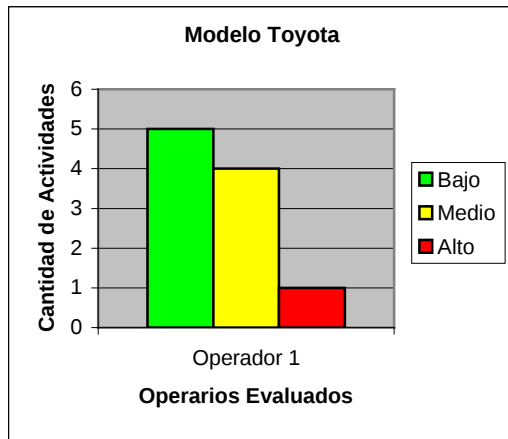


Gráfica N° 24. Resultados de la Operación 20

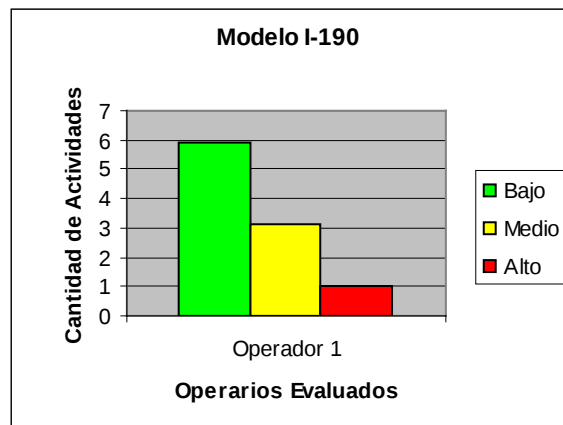


El operario realiza movimientos repetitivos en ambos modelos, donde se ven comprometida las muñecas y el tronco, arrojando la mayoría de las actividades un nivel de nocividad medio.

Gráfica N° 25. Resultados de la Operación 21

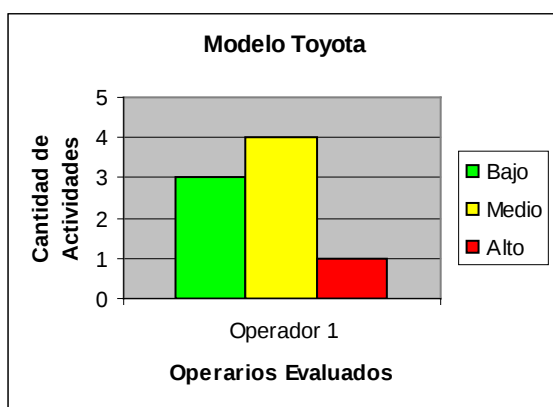


Gráfica N° 26. Resultados de la Operación 21

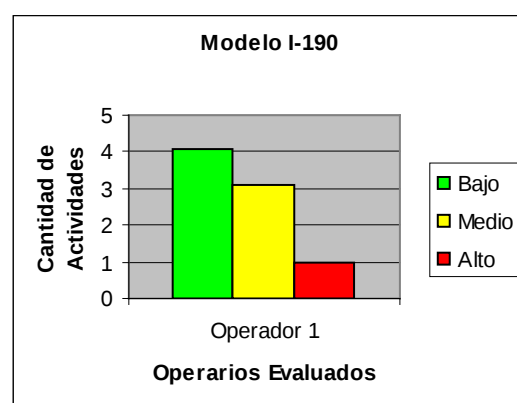


Los elementos cuyo resultado fue nocividad media se debe al compromiso de antebrazos con flexión mayor a 100° al momento de introducir el tubo en la máquina.

Gráfica N° 27. Resultados de la Operación 30

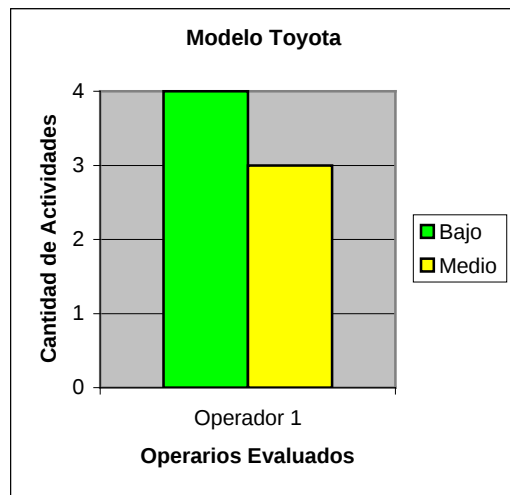


Gráfica N° 28. Resultados de la Operación 30

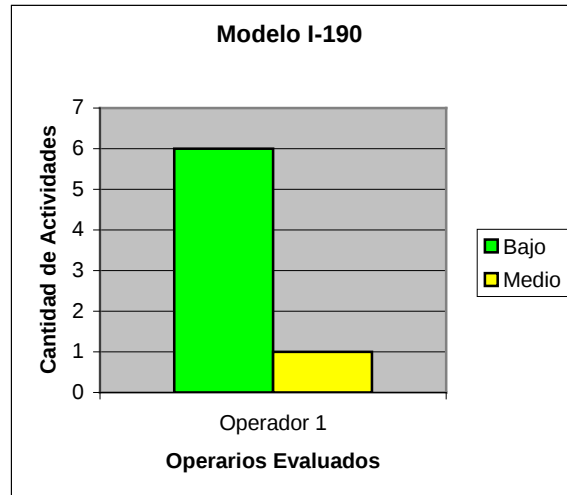


Al momento del operario tomar los tubos de ambos modelos ubicados en el piso realiza movimientos de dorso flexión, debido a esto el resultado del análisis arrojó elementos con nocividad media.

Gráfica N° 29. Resultados de la Operación 40

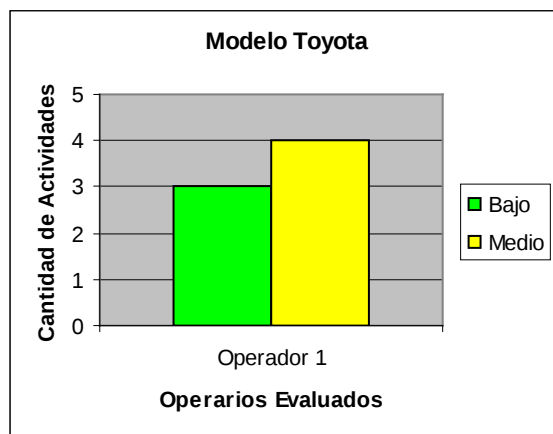


Gráfica N° 30. Resultados de la Operación 40

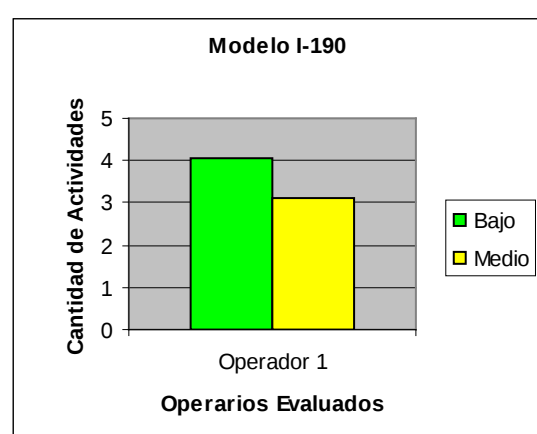


Al igual que en la operación 30 se observó compromiso de tronco generando nocividad media en algunos de los elementos evaluados.

Gráfica N° 31. Resultados de la Operación 50

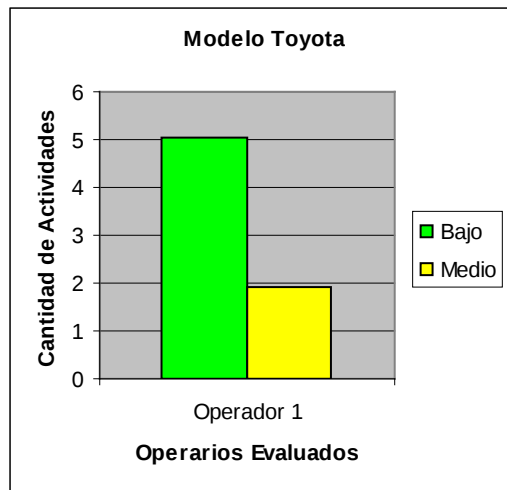


Gráfica N° 32. Resultados de la Operación 50

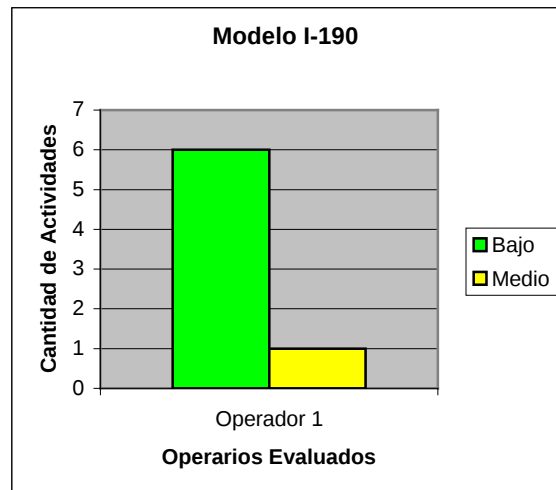


En esta operación el compromiso predominante es de los antebrazos con flexión mayor de 100° al momento de posicionar el tubo en la maquina taladradora.

Gráfica N° 33. Resultados de la Operación 60

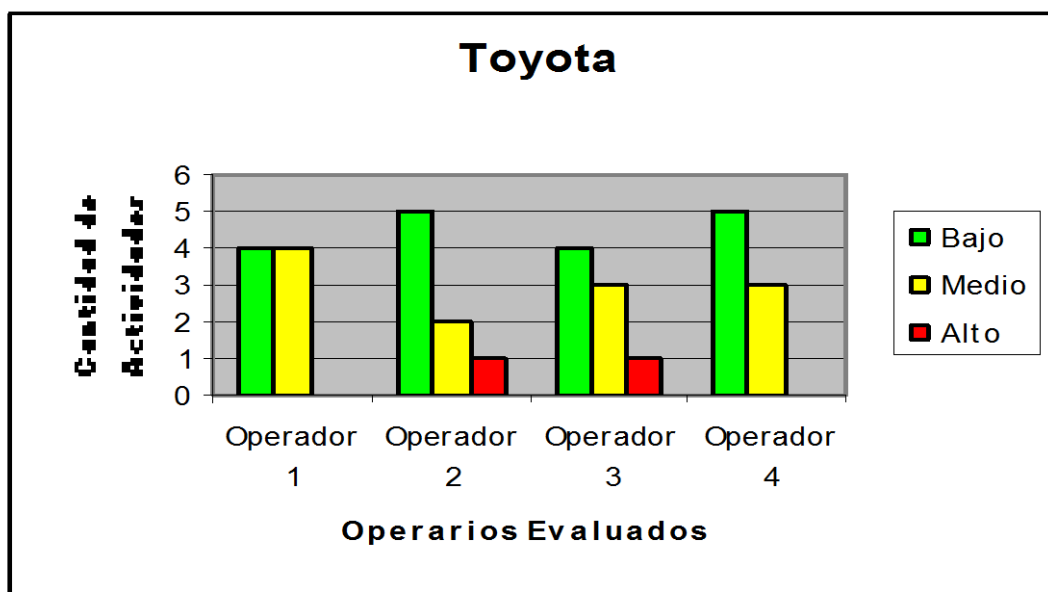


Gráfica N° 34. Resultados de la Operación 60

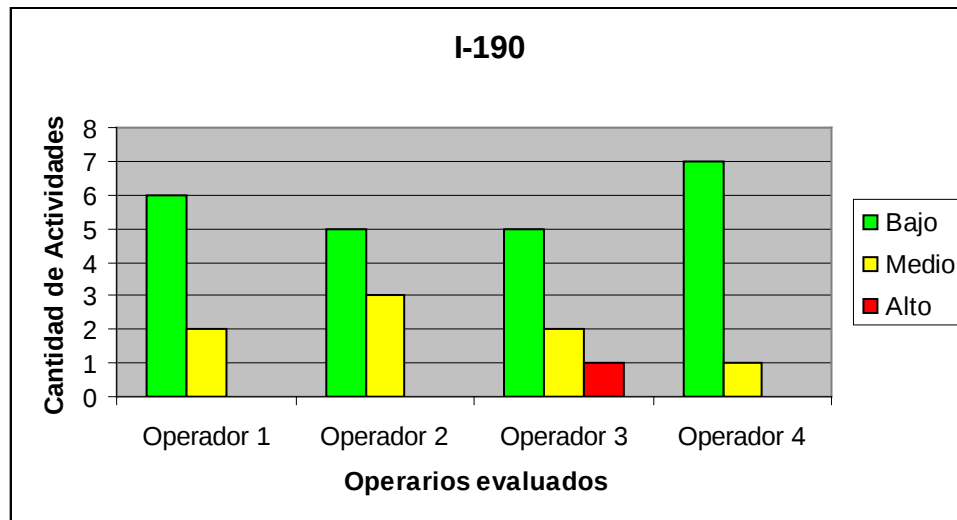


Los elementos que dieron nocividad alta y media fue donde se observó compromiso de tronco con flexiones de 45° a 90° , debido a que los tubos se encuentran almacenados a nivel del piso.

Gráfica N° 35. Resultados de la Operación 80

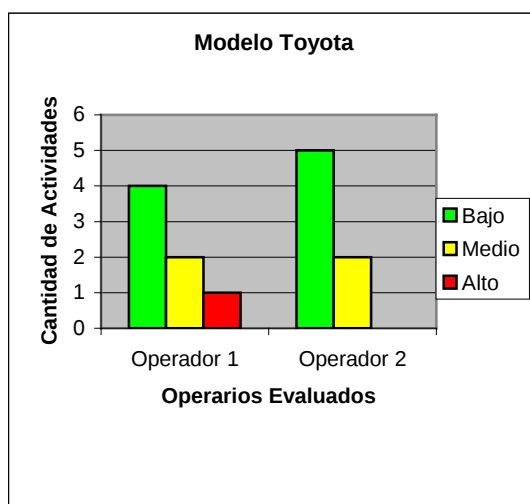


Gráfica N° 36. Resultados de la Operación 80

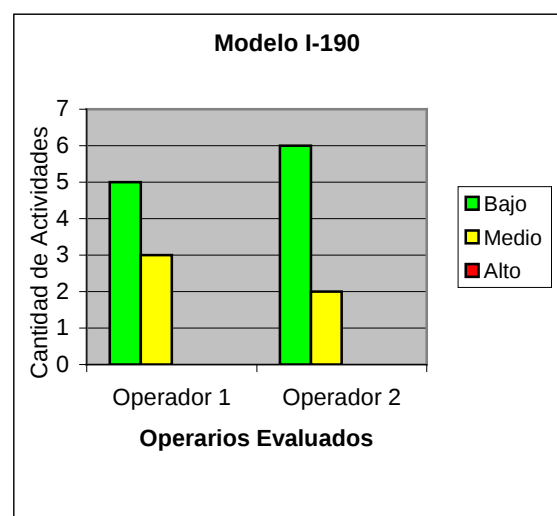


La operación 80 arrojó elementos con nocividad media tanto en el modelo Toyota como el I-190, debido a la repetitividad de la tarea y al compromiso de cuello con flexión mayor a 20° y en ocasiones laterización.

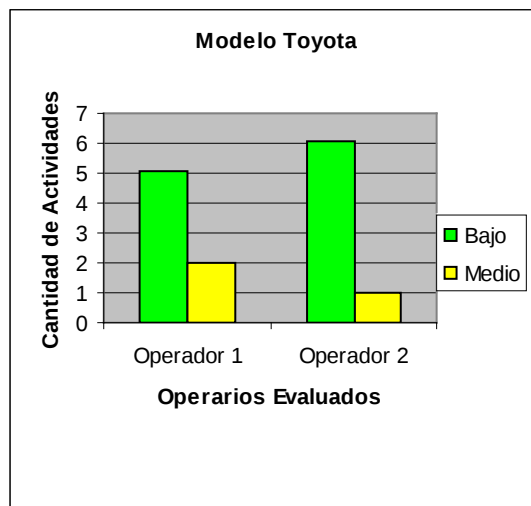
Gráfica N° 37. Resultados de la Operación 90



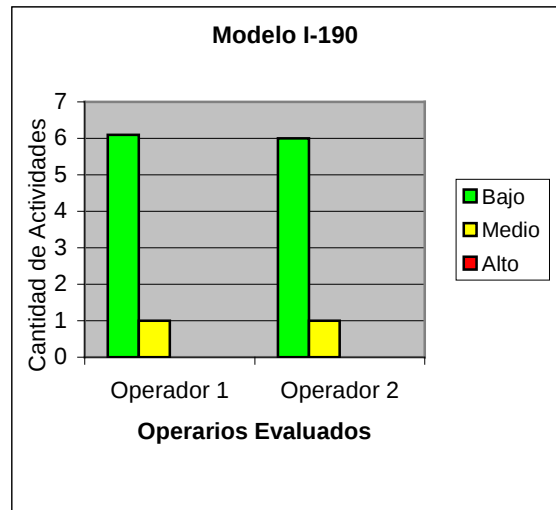
Gráfica N° 38. Resultados de la Operación 90



Gráfica N° 39. Resultados de la Operación 100

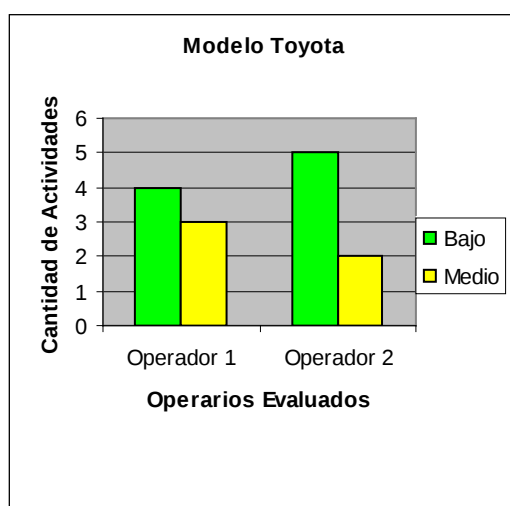


Gráfica N° 40. Resultados de la Operación 100

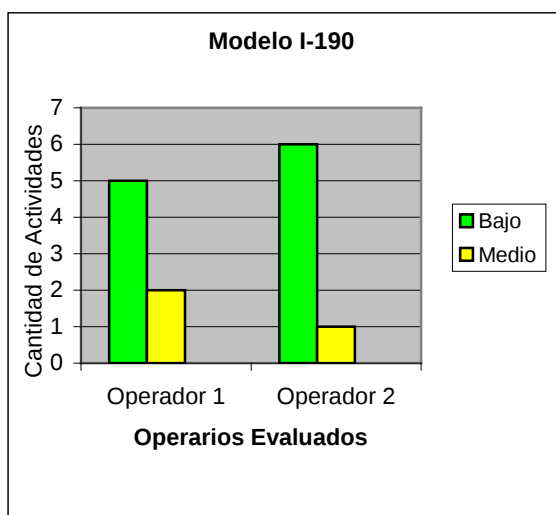


Los operaciones 90-100 son realizados por los mismos trabajadores, en ambas el compromiso es de muñecas con rotación y flexión mayor a 15°, dando como resultados elementos con nocividad media

Gráfica N° 41. Resultados de la Operación 110



Gráfica N° 42. Resultados de la Operación 110

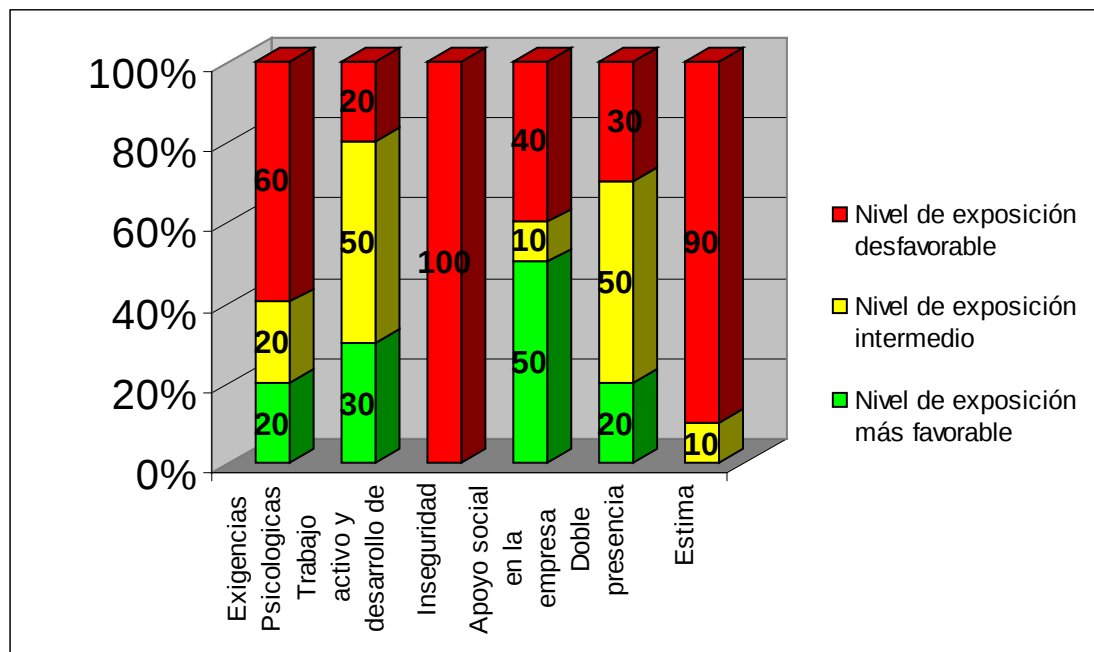


Cuando el trabajador procede a embalar los tubos realiza movimientos de dorso flexión y se observa compromiso de antebrazo mayor a 100° arrojando nocividad media en algunos elementos.

IV.5. APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MÉTODO ISTAS21

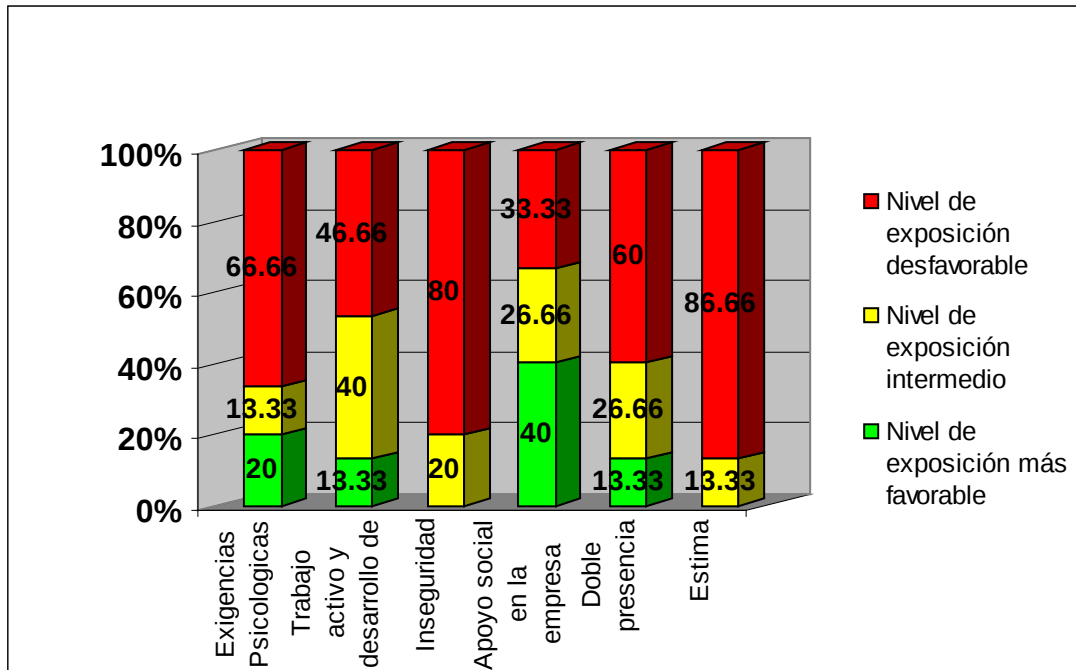
Se evaluaron las seis dimensiones del método los cuales consta de las exigencias psicológicas, del trabajo activo y el desarrollo de las actividades, del apoyo social de la empresa, las compensaciones, la doble presencia; de las cuales se obtuvieron los siguientes resultados por área en porcentaje, mostrados en el Gráfico N°33 y N°34 :

Gráfico N° 43. Línea de Mecanizado de Coco



Con la aplicación del instrumento ISTAS21 se determinó que los principales factores desfavorables para la salud fueron: la inseguridad donde 100% de los trabajadores tienen un alto grado de incertidumbre en cuanto a la inestabilidad económica del país; seguido de la estima con el 90% debido a que consideran que no reciben el reconocimiento que merecen por su trabajo.

Gráfico N° 44: Línea de Mecanizado de Tubo.



En el gráfico se puede observar 80% de inseguridad en los trabajadores, debido a la situación en la que se encuentra la empresa actualmente, con el cierre inesperado de una de sus divisiones (SH Fundiciones C.A); seguido de la estima con el 86.6% debido a que consideran que no reciben de sus supervisores inmediatos el apoyo y reconocimiento que merecen.

IV.6. APLICACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MÉTODO NIOSH.

La evaluación de los puestos de trabajo en ambas líneas por medio de la ecuación del método permite determinar el límite de peso recomendado (RWL), el índice de levantamiento (IL) y el nivel de riesgo a la que se exponen los trabajadores al realizar actividades con desplazamientos de cargas; dichos valores se determinados por las siguientes ecuaciones:

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

IL = Peso de la carga levantada / Limite de peso recomendado.

Las mismas se calcularon considerando los multiplicadores que se describen a continuación:

LC: es la constante de carga, 23 Kg.

HM: multiplicador horizontal, es la distancia horizontal (H, en cm), desde el punto medio que une ambos pies, hasta las manos que sostienen la carga.

VM: multiplicador vertical, es la distancia vertical (V, en cm) de las manos respecto del piso al inicio del levantamiento.

DM: multiplicador de distancia, es la distancia vertical (D, en cm) desde que se toma la carga y se deja en su destino.

AM: multiplicador de asimetría, es el ángulo de torsión (A) del cuerpo mientras se hace el levantamiento, medido en grados.

FM: multiplicador de frecuencia, es la frecuencia (F) de levantamientos y la duración de estos (en minutos) a lo largo del turno.

CM: multiplicador de acoplamiento, es la calidad del agarre(c) de las manos, clasificada como buena, regular o mala.

Para el cálculo de la ecuación se observaron a los trabajadores para determinar el número de veces que levanta la carga en todo el turno de trabajo y se realizaron todas las mediciones necesarias con una cinta métrica.

Se aplicó el método en la línea de coco y tubo en aquellas operaciones donde se realizan levantamiento de cargas, cuyos resultados se muestran a continuación en las tablas N°28, N°29, N°30 y N°31.

Tabla N°28: Límite de Peso Recomendado en la Línea de Coco

Operación	LC (Kg)	HM	VM	DM	AM	FM	CM	RWL
10	23	0.50	0.70	0.9	1	0.94	1	6.81
20A	23	0.83	0.93	1	0.9	0.94	1	15.01
40-50	23	0.83	0.93	1	0.9	0.94	1	15.01
70	23	1.00	0.93	1	1	0.94	1	20.10
80	23	1.00	0.78	1	1	0.94	1	16.86
90	23	1.00	0.93	1	1	0.94	1	20.10

Tabla N°29: Índice de Levantamiento en la Línea de Coco

Operación	IL	Riesgo
10	3.67	No tolerable
20A	1.66	No tolerable
40-50	1.66	No tolerable
70	1.24	No tolerable
80	1.48	No tolerable
90	1.24	No tolerable

Tabla N°30: Límite de Peso Recomendado en la Línea de Tubo

Operación	LC (Kg)	HM	VM	DM	AM	FM	CM	RWL
10	23	0.54	0.93	0.90	0.76	0.94	1	7.42
20	23	0.63	0.81	1	0.76	0.91	1	8.11
21	23	0.57	0.78	1	0.71	0.91	1	6.60
30	23	0.74	0.90	0.93	0.71	0.94	1	9.50
40	23	0.78	0.90	0.93	0.76	0.91	1	10.38
50	23	0.66	0.90	0.93	0.76	0.94	1	9.07
60	23	0.89	0.90	0.93	0.71	0.94	1	11.43
80	23	0.83	0.78	1	0.71	0.94	1	90.99
90		0.83	0.78	1	0.71	0.94	1	9.99
100		0.54	0.78	1	0.71	0.91	1	9.73
110		0.57	0.84	1	0.90	0.91	1	9.01

Tabla N°31: Índice de Levantamiento en la Línea de Tubo

Operación	IL	Riesgo
10	1.28	No tolerable
20	1.17	No tolerable
21	1.44	No tolerable
30	1	Tolerable
40	0.92	Tolerable
50	1.05	No tolerable
60	0.83	Tolerable
80	0.85	Tolerable
90	0.95	Tolerable
100	0.98	Tolerable
110	1.05	No Tolerable

Los resultados que se muestran en los cuadros indican que todos los trabajadores de la línea de coco tienen un riesgo no tolerable, debido a que realizan levantamiento de carga por encima de lo recomendado, lo mismo se puede apreciar en la línea de tubo exceptuando las operaciones 30, 40, 60, 80, 90 y 100 que tienen un índice de levantamiento por debajo de uno.

Capítulo V

Propuestas de Mejora

V.1. PROPUESTA DE MEJORA Y PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS DISERGONÓMICOS IDENTIFICADOS.

Al analizar todos los resultados obtenidos se realizó un estudio de todas las actividades que realiza el operario desde que el trabajador recibe la materia prima hasta que la mezcla esta lista, y se plantearon las siguientes mejoras por área:

V.2. MEJORAS EN EL ÁREA DE MECANIZADO EN LA LÍNEA DE COCO

Mesa elevadora y giratoria tipo tijereta para el agarre de los cocos de la paleta en la operación 10.

En la operación 10, los cocos vienen en paletas divididos en tres niveles y el montacargas lo coloca sobre una mesa, para poder agarrar los cocos del primer nivel el trabajador tiene que extender los brazos por encima de los hombros y muchas veces colocarse en puntillas, por otro lado cuando están en el ultimo nivel realizan flexiones del tronco superior a 45 grados con laterización, adicional a estos tienen que subir y bajar un escalón de 20cm de altura en los dos casos para desplazar los cocos que se encuentran en los extremos de la paleta.

Para mejorar o disminuir el impacto que tiene la actividad en el operario se propone una mesa elevadora y giratoria, elevadora para que el nivel de agarre de los cocos de la paleta se adapte a la altura de la cintura del trabajador así no tenga que realizar las posturas mencionadas anteriormente y giratoria donde no tendrá que desplazarse para ubicar el coco cerca para el momento del traslado hacia la máquina.

El dispositivo tiene una capacidad de 1350 Kg, se desplazara la carga verticalmente por medio de un gato hidráulico la misma es rotatoria por un motor eléctrico, permitiéndole al operario tomar los cocos con mayor facilidad la cual será manejado por el operario por medio de un control eléctrico fijo, como se puede ver en la figura N° 1 .

Figura N° 1. Mesa elevadora y giratoria



Fuente: Tienda Manutan

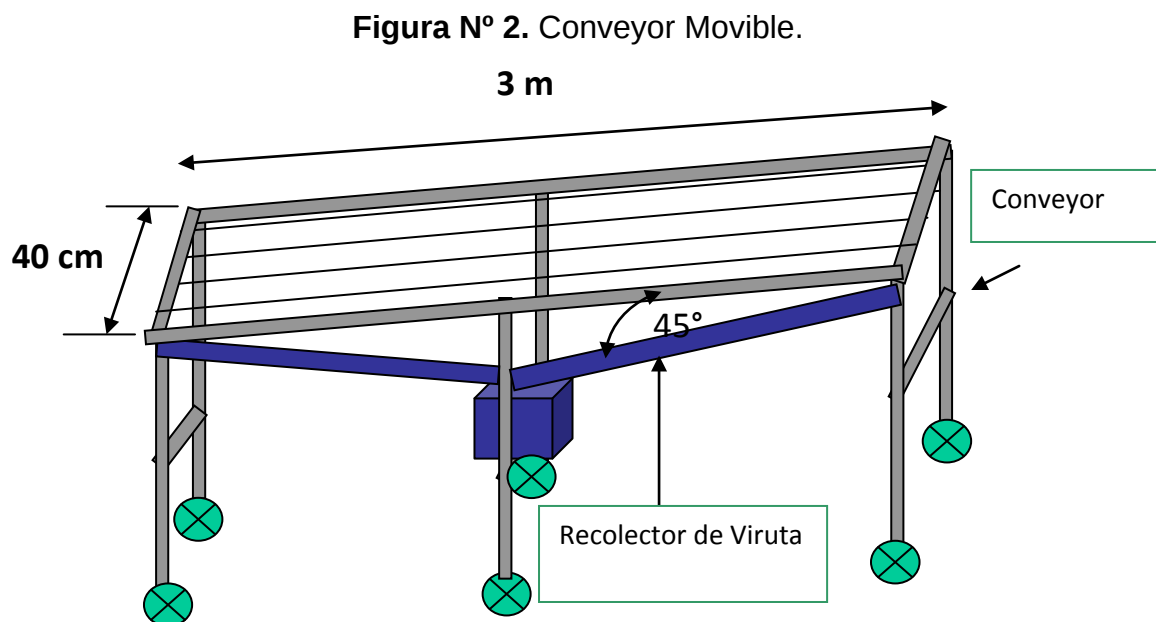
Beneficios

- ❖ Facilita el agarre de los cocos de la paleta.
- ❖ Previene futuras enfermedades músculo esqueléticas, especialmente en la región lumbar.
- ❖ Reduce los desplazamientos innecesarios por el operario ya que los cocos que se encuentran en los extremos de la paleta se ubicaran cerca de él para el agarre.

Diseño de un conveyor movable para la operación 10.

Para el modelo 44-3 el trabajador traslada el coco manualmente hacia el conveyor, para la cual tiene que recorrer tres metros y con la mirada hacia el piso ya que la rejilla anti-resbalante lo que representa incidentes potenciales, con el diseño de otro conveyor tres metros de largo, el operario desplaza medio metro realizando así menos esfuerzo en los brazos y en las muñecas. Dicho diseño tendrá las mismas especificaciones de los que actualmente tienen en el puesto de trabajo, la cual es de 40 cm de ancho y 1,5 m de altura aproximadamente con un depósito de viruta en forma de "Ü" ubicado en la parte inferior del mismo elaborado con láminas de hierro con un milímetro de espesor y con una inclinación de 45° respecto al conveyor; en el centro del mismo posee cuatro barras de acero colocadas a lo largo, el diámetro será de media pulgada de 3 m de largo cada una, también se contará con 6 ángulos de 1 ½ pulgadas por 3 mm de espesor unidas al recolector de viruta en la parte superior y como base del conveyor al mismo tiempo, separadas a 2.5 m cada

una con tres por cada lado y ruedas de 6 pulgadas para su fácil movilización en el área. El diseño se muestra a continuación:



Beneficios.

- ❖ Reduce la fatiga y el cansancio producido por el esfuerzo al trasladar el coco de la máquina al conveyor.
- ❖ Disminuye el recorrido de 6 m ida y vuelta a 1 m.
- ❖ Se elimina el acto inseguro que se presenta al trasladar el coco al conveyor.

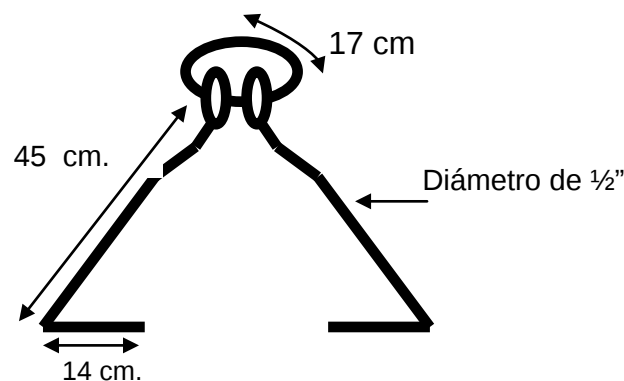
Diseño de dos ganchos sujetadores de cocos para la operaciones 10 y 40-50.

En la operación 10 el operario traslada manualmente el coco de la paleta a la máquina para mecanizarlo, realizando giro de tronco con esfuerzo; mientras en

la operación 40-50 el traslado es del conveyor a la máquina en la cual el operario adopta las mismas posturas.

La forma de los ganchos es en “L”; elaborados en metal de aluminio, por uno de los extremos tiene un aro que une los dos ganchos la cual se moverá libremente y por el otro sujetaran al coco. Cabe destacar que los mismos suben y bajan por un sistema puente grúa donde la empresa cuenta con este mecanizado. El diseño de los ganchos se observa en la siguiente figura N° 3:

Figura N° 3. Ganchos para trasladar cocos.



Para utilizar los ganchos el trabajador debe posicionarlos en los extremos del coco cuando estén en la paleta y subirlo por medio del puente grúa que posee su respectivo control y empujar el coco hasta lograr ubicarlo en los sujetadores de la pieza en la máquina.

Es bueno señalar que para la implementación de los ganchos es ideal implementar la propuesta anterior, para que pueda ser de agrado por los operarios cuando lo manipulen.

Beneficios.

- ❖ Reduce el esfuerzo al trasladar el coco a la máquina de los dos trabajadores en las operaciones 10 y 40-50.

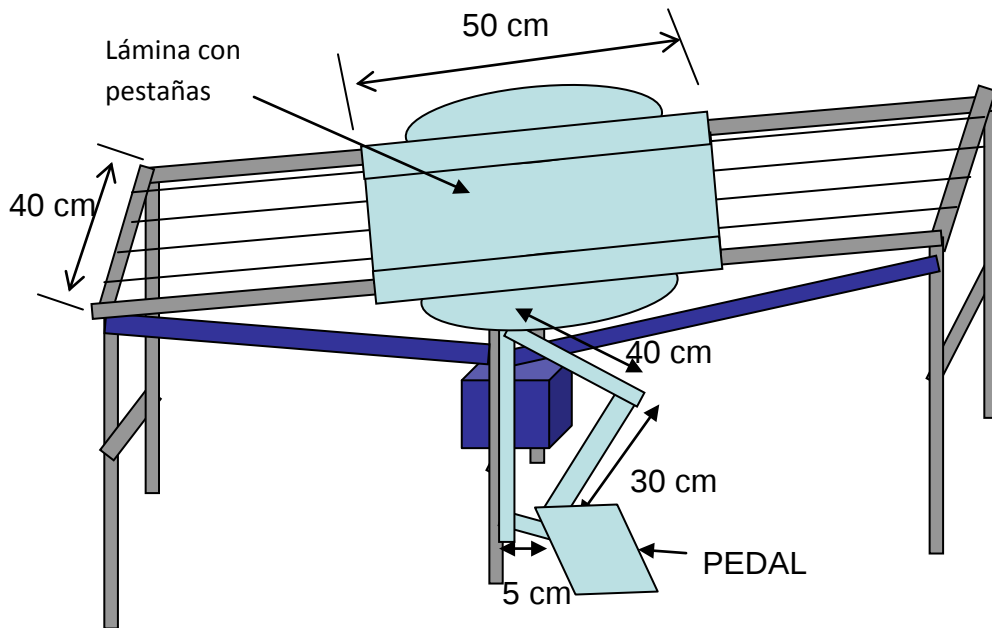
- ❖ Ayuda a posicionar el coco en la máquina, sin utilizar las manos como antes.
- ❖ Disminuye la flexión del tronco a la hora de colocar el coco en la máquina.

Rediseño en el conveyor en la operación 60 para el volteo de los cocos.

Los trabajadores en la operación 50-50 después de halar el coco desplazándolo por el conveyor para ubicarlo frente a ellos realizan el volteo del mismo elevando los hombros y ejerciendo fuerza, dicha actividad la repite dos veces por cada coco.

Para solventar la situación planteada se propone el rediseño del conveyor colocando en el área una lámina de acero de 50 cm. de ancho, 3 cm. de espesor y 70 cm de largo. En los dos lados del largo tendrá una pestaña móvil del mismo material que permitirá voltear el coco antes y después de colocarle las abrazaderas al coco, la misma funcionara por medio de un gato hidráulico, las pestañas serán de forma ovalada.

Figura N° 4. Rediseño en el conveyor para el volteo de los cocos



Beneficios.

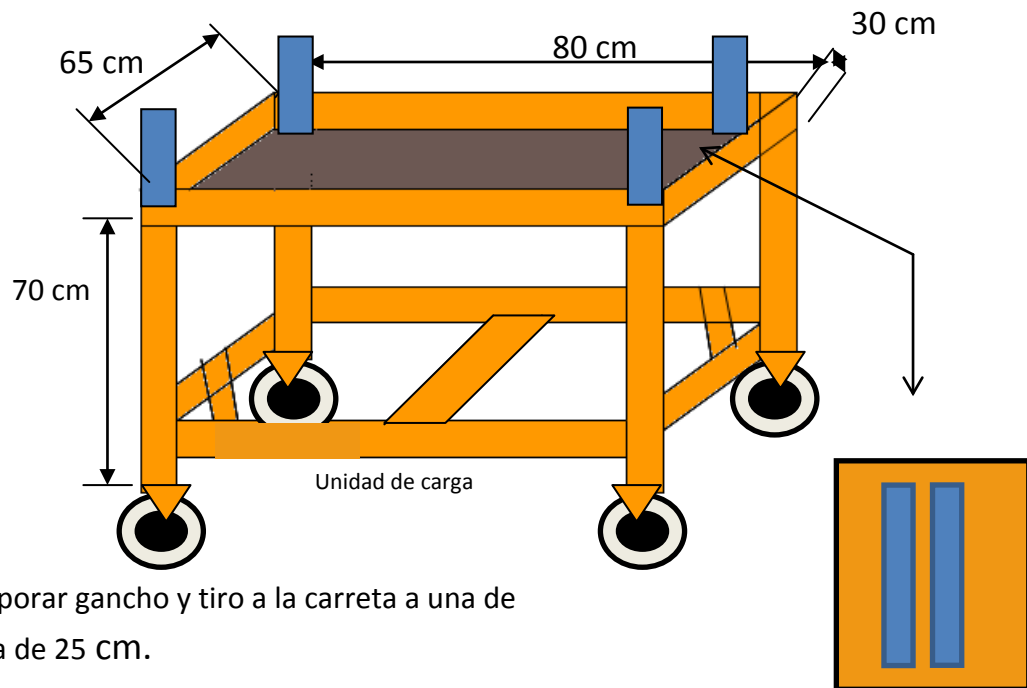
- ❖ Reduce la fatiga y el cansancio producido por el esfuerzo al voltear.
- ❖ Funciona para todos los modelos de coco.
- ❖ El manejo del impulsor es fácil y cómodo.

V.3. MEJORAS EN EL AREA DE FORJA EN LA LINEA DE MECANIZADO DE TUBO.

Diseño de Carritos para el almacenamiento y traslado de tubos en las operaciones 30, 40 y 50.

El traslado de tubos de una máquina a otra se realiza por medio de carritos y debido a la cantidad que se mecaniza diariamente en la línea, los trabajadores se ven obligados almacenarlos en el piso ya que no cuentan con suficientes carros para ir al lugar de embalaje o ir de una operación a otra. Por esta razón se propone el diseño de tres carritos con las mismas dimensiones para las operaciones 30, 40 y 50, como se muestra a continuación:

Figura N° 5. Carritos para el almacenamiento y traslado de tubos



Incorporar gancho y tiro a la carreta a una de altura de 25 cm.

Cada carro tiene una capacidad de 25 tubos y en los extremos guías de 10 cm. de largo para inmovilizar el material durante el traslado, fabricado con láminas de hierro al igual que la base de soporte de los tubos, la estructura del carro será de ángulos de 1 ½ pulg * 3 mm de espesor y cuatro ruedas de 6 pulg.

Beneficios

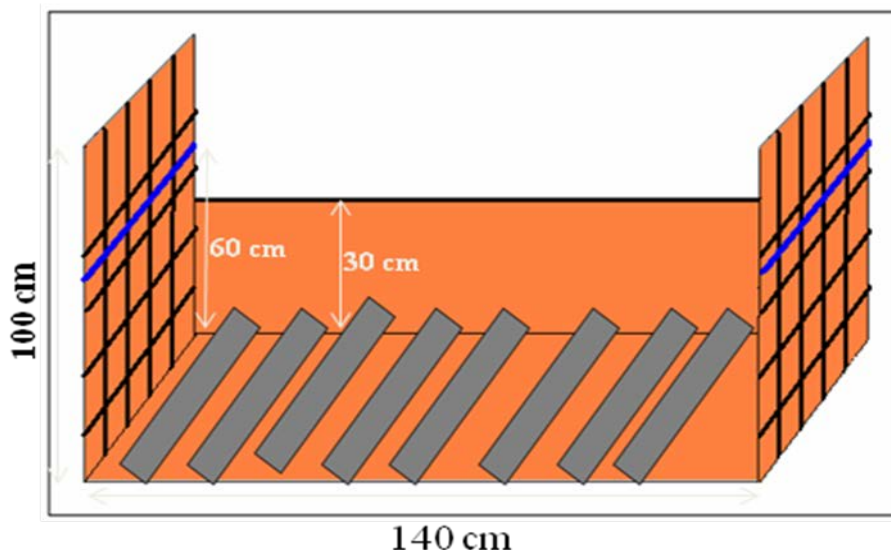
- ❖ Mayor eficiencia en la movilización de piezas por cada viaje del trabajador.
- ❖ Menos recorridos por el operario.
- ❖ Mayor rendimiento en el tiempo

Rediseño de cesta para almacenamiento de tubos en operación 10

El rediseño de la cesta consta de una señalización a 60cm de la base de la cesta que indica la altura máxima de almacenamiento de tubo de la operación

que antecede a ésta, para así evitar extensiones de los brazos y elevaciones de los hombros a nivel de la altura de la cabeza al momento del agarre de los mismos, adicionalmente posee una banda de seguridad la cual evita que cualquier tubo se pueda caer.

Figura N° 6. Rediseño de cesta para almacenamiento



V.4. MEJORAS GENERALES.

1. Colocar rodillos a todos los conveyos o un sistema de cadena eléctrico por debajo del conveyor existente actualmente en toda la línea para evitar o disminuir el esfuerzo que realiza el operario al empujar y halar los cocos de una operación a otra.
2. Colocar el piso de rejilla de hierro de 1x1 metros en la operación 10, cerca del conveyor para evitar posibles accidentes en el puesto de trabajo.
3. Colocar tres bancos en la operación 10, 20A y 90 ya que mientras la máquina este mecanizando la pieza pueda descansar mínimo un minuto y son trabajadores que presentan mayores dolores en las piernas y cinturas.

4. Reubicación de la altura de la botonera en la operación 20B, bajando el mismo 50 cm.
5. Colocar un Rack a 20 cm de los taladros para facilitar el cambio de herramientas a la hora de realizar el mecanizado de otro modelo de tubo en la línea.

Beneficios.

- ❖ Mejora las posturas adoptadas por el colaborador para realizar la actividad.
- ❖ Facilita la ejecución de la actividad, mejorando la productividad.
- ❖ Reduce la fatiga y el cansancio producido por el esfuerzo que realiza el operario al momento de ejecutar la actividad al halar o empujar las piezas de una operación a otra y al posicionar el mismo en la máquina.
- ❖ Disminución de recorrido en la búsqueda de herramientas de 8 metros a 0.5 metros.

V.5. EVALUACIÓN ECONÓMICA.

Para la aplicación de las mejoras propuestas es necesario conocer el costo de las mismas, donde se realizó el cálculo por la inversión de cada una de ellas. Cabe destacar que la implementación de los diseños propuestos la empresa cuenta con un personal para la fabricación de éstos; el montaje e instalación igualmente se tiene un personal del departamento de mantenimiento encargados de la parte eléctrica y mecánica, las cuales pueden formar parte del equipo para instalar en marca las propuestas y así la empresa se ahorra la mano de obra. Las inversiones por cada propuesta se muestran a continuación:

Mesa Elevadora y Giratoria.

Tabla N°32: Inversión en Mesa Elevadora y Giratoria

Descripción	Cantidad	Costo(Bs.F./unidad)	Costo Total(Bs.F)
Mesa Elevadora y Giratoria	1	12.784	12784
Total			12.784

Fuente: Xtwenga.

Diseño de un conveyor movable para la operación 10

Tabla N°33: Inversión en Conveyor

Descripción	Cantidad	Costo(Bs.F./metros)	Costo Total(Bs.F)
Ángulos de 1 ½" * 3mm	2 de 6 metros	45	90
Barras de Aluminio de ½"	2 de 6 metros	92	184
Láminas de Hierro	1	140	140
Ruedas de 6"	6	260	1560
Total			1.974

Fuente: Ferretería La Viuda.

Diseño de Ganchos de Aluminio

Tabla N° 34: Inversión en Ganchos de Aluminio

Descripción	Cantidad	Costo(Bs.F./metro)	Costo Total(Bs.F)
Barras de aluminio de ½"	1	92	92

Fuente: Ferretería La Viuda.

Rediseño en el Conveyer para el volteo de los cocos

Tabla N° 35: Inversión en Conveyer para el volteo de los cocos

Descripción	Cantidad	Costo(Bs.F./metro)	Costo Total(Bs.F)
Láminas de hierro	1	140	140
Platinas de acero Inoxidable	1	15.8	15,8
Cabilla redonda ¾"	2	14	28
Total			183,8

Fuente: Ferretería La Viuda.

Diseño de Carritos para el almacenamiento y traslado de tubos

Tabla N°36. Carritos para el almacenamiento y traslado de tubos

Descripción	Cantidad	Costo(Bs.F./metros)	Costo Total(Bs.F)
Ángulos de 1 ½" * 3 mm	4 de 6 metros	45	180
Láminas de hierro	1	140	140
Ruedas de 6"	4	260	1040
Total			320

Fuente: Ferretería La Viuda.

Tabla N°37: Inversión Rediseño de cesta para almacenamiento de tubos

Descripción	Cantidad(m)	Costo(Bs.F./unidad)	Costo Total(Bs.F)
Etiqueta	10	6.3	63
Total			63

Fuente: Papelería El Mundo.

Determinación de la Rentabilidad.

La estimación de la inversión en capital para la implementación de las mejoras se cuenta con los activos fijos tangibles, en cuanto a los costos operacionales

solo se tienen gastos por materiales y electricidad que se necesitan en la realización de las mejoras al momento de fabricarlas, ya que la empresa dispone de la mano de obra directa, los servicios de transporte para el traslado de otros materiales que son utilizados cuando realizan el Programa Kaizen.

El ingreso bruto que la empresa reporta debido a las ventas de los cocos, ejes y engranajes se muestra a continuación.

Tabla N° 38: Ingresos Promedio

Producto	Precio Promedio \$	Producción Promedio	Ingreso(\$)	Ingreso(Bs.F/mes)
ejes	1184	3577	4235168	9105611,2
cardanes	218	4425	964650	2073997,5
cocos	72	2007	144504	310683,6
Secciones Centrales	324	269	87264	187617,6
Total				11.677.909,9

Fuente: Empresa.

Tabla N° 39: Inversión Inicial (II)

Propuesta de Mejora	Costo de la Inversión(Bs. F)
Mesa Elevadora y Giratoria	12.784
Diseño de un conveyor movable.	1.974
Diseño de dos ganchos sujetadores de cocos	92
Rediseño en el conveyor para el volteo de los cocos.	183,8
Carritos para el almacenamiento y traslado de tubos	320
Rediseño de cesta para almacenamiento de tubos	63

TOTAL	15.416,8
--------------	-----------------

Para cada propuesta se observa a continuación la vida útil:

Tabla N° 40: Vida Útil de las Propuestas.

Propuesta de Mejora	Vida Útil(años)
Mesa Elevadora y Giratoria	10
Diseño de un conveyor movible.	7
Diseño de dos ganchos sujetadores de cocos	7
Rediseño en el conveyor para el volteo de los cocos.	7
Carritos para el almacenamiento y traslado de tubos	7
Rediseño de cesta para almacenamiento de tubos	3

Tabla N° 41: Costos Operacionales

Descripción	Costos(Bs.F/mes)
Electricidad	489,74
Acetileno de Oxigeno	177
Electrodos	100
Disco de corte	40
Total	806,74

Fuente: Ferretería La Viuda.

Se ha establecido un periodo de estudio de 3 meses. Estimando que las mejoras se deprecian en un 1% mensual de su valor, se tienen los resultados y el valor residual de cada propuesta como se muestra en la Tabla N° 42, la fórmula de cálculo del valor residual por cada mes se especifica a continuación.

$\text{Valor Residual}_t = \text{Costo de la propuesta} - 3 * \text{Depreciación}$.

Tabla N°42: Depreciación y Valor Residual.

Propuesta	Mes1	Mes2	Mes3	Valor residual(Bs.F)
Mesa Elevadora y Giratoria	127,84	127,84	127,84	12.400,48
Diseño de un conveyor movable.	19,74	19,74	19,74	1914,78
Diseño de dos ganchos sujetadores de cocos	0,92	0,92	0,92	89,24
Rediseño en el conveyor para el volteo de los cocos.	1,838	1,838	1,838	178,28
Carritos para el almacenamiento y traslado de tubos	3,2	3,2	3,2	22,4
Rediseño de cesta para almacenamiento de tubos	0,63	0,63	0,63	61,11
Total	154,168	154,168	154,168	14.666,29

$$\text{Flujos}_t = \text{IB}_t - \text{Cop}_t - \text{CF}_t + \text{VR}_t$$

Tabla N°43: Flujos monetarios.

Mes	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3
Ingreso Bruto	-	11.677.909,9	11.677.909,9	11.677.909,9
Costos Operacionales	-	806,74	0	0
Capital Fijo	-15.416,8	-	-	-
Valor Residual	-	-	-	+154,168
Flujos(Bs.F)	-15.416,8	11.677.103,16	11.677.909,9	11.678.064,07

El tiempo de pago Tiempo de Pago para recuperar la inversión inicial va a depender de los flujos monetarios.

$$t= 1, -15.416,8+ 11.677.103,16 = 11.661.686,36 \text{ Bs. F.}$$

Lo que quiere decir que se recupera la inversión de las propuestas de mejoras en la empresa en menos del primer mes después de la implementación.

CONCLUSIONES

- ✦ Durante la investigación de la problemática presente en la empresa, se encontró que existen puestos de trabajo con posibles riesgos disergonómicos que afectan negativamente la salud mental y física de los trabajadores, así como también la eficiencia en sus operaciones.
- ✦ En cuanto a la carga estática, la línea de mecanizado de tubo presento niveles de nocividad más críticas que la de coco, debido a que adoptan posturas más incómodas y con mayor duración; con respecto a la carga dinámica en la línea de coco presentó mayor consumo energético debido al esfuerzo que realizan por el peso que manipulan.

- ✦ En la carga mental los trabajadores poseen un nivel de nocividad importante, debido mayormente por el nivel de atención y por el apremio al tiempo.
- ✦ Los trabajadores en ambas líneas poseen un riesgo importante en el estatus social con respecto a los demás aspectos psicosociológicos, esto se debe a que los trabajadores tienen que tener un nivel de formación en el trabajo y unido a esto el tiempo de aprendizaje.
- ✦ Se comprobó por medio del método REBA, en la línea de coco con el modelo 44-4 se presentan altos niveles de riesgo músculos esqueléticos debida principalmente a la elevada repetitividad y a las flexiones de tronco; al igual que la línea de mecanizado de tubo que arrojó una nocividad con el modelo toyota.
- ✦ Con la aplicación del instrumento ISTAS21 se determinó que los principales factores desfavorables para la salud fueron: la inseguridad donde 100% de los trabajadores tienen un alto grado de incertidumbre en cuanto a la inestabilidad económica del país; seguido de la estima con el 90% debido a que consideran que no reciben el reconocimiento que merecen por su trabajo.
- ✦ En cuanto a la aplicación del método NIOSH, se evidencio como los trabajadores elevan pesos por encima de los recomendados, con un nivel de estrés físico en las actividades al levantar la carga y arrojando un riesgo no tolerable.
- ✦ Entre las propuestas para reducir los riesgos disergonómicos en las líneas que se evaluaron, la primera realizar la compra de un mesa elevadora y giratoria, el rediseño del conveyor en la operación 10, el diseño de ganchos para el traslado de los cocos, el diseño de tres carritos para el almacenamiento y traslado de tubos.

RECOMENDACIONES

- Suminístrales a los trabajadores mascarillas protectoras especiales para soldar y colocar extractares en la línea de mecanizado de tubos.
- Implementar las mejoras planteadas para disminuir los niveles de riesgo disergonómico y la nocividad en las actividades y hacer seguimiento de los mismos.
- Dotar de equipos de protección auditiva a todos los trabajadores y hacer seguimiento del uso adecuado dentro de la planta.
- Colocar ayudas visuales en materiales, herramientas y equipos que estén a la vista de todos los trabajadores, visitantes, entre otros para la rápida identificación de los mismos.

- Realizar la prueba escalonada de Manero en ambas líneas para determinar la capacidad física de los operarios y su respectivo régimen de descanso.
- Rotar a los operarios en toda la línea para que realicen otras actividades y disminuir el compromiso de tronco y hombros.
- Dotar y mantener en buenas condiciones de orden y limpieza el puesto de trabajo y de descanso de los trabajadores.
- Una vez implantada la propuesta, reevaluar de las nuevas condiciones del puesto con el método REBA, para comprobar la efectividad de la misma.
- Cambiar las bombillas que se encuentran quemadas en ambas líneas.
- Aislar los motores de las máquinas para evitar las molestias producidas por el ruido.
- Dictar periódicamente charlas de motivación, seguridad, ambiente y ergonomía que fortalezcan la confianza del trabajador por la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (2007). Diccionario de la Real Academia Española. Documento en línea consultado en Mayo 2008 Disponible: <http://buscon.rae.es/drae/html/cabecera.htm>
- UPV (2006-2008). Ergonautas. **Método REBA**. Documento en línea consultado en Julio 2008. Disponible: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/rebaayuda.php>
- UPV (2006-2008). Ergonautas. **Método LEST**. Documento en línea consultado en Julio 2008. Disponible: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lest/lest-ayuda.php>
- FERNÁNDEZ S y VERDE D (2007). **Estudio Integral de los Puestos de Trabajo en el Área de Noyería en una Empresa Metalúrgica.**

Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo.

- GÓMEZ C y MORENO M (2006). **Evaluación Integral de los puestos de trabajo en el área de fusión y colada de empresa metalúrgica (Caso: Dana Venezuela División SH Fundiciones)**. Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo.
- HIGNETT y McAtamney (2000). **REBA: Rapid Entire Body Assessment. *Applied Ergonomics***, 31, pp.201-205.
- INPSASEL (2005). (Página Web en Línea). Disponible: <http://www.inpsasel.gov.ve/paginas/enfermedades.htm>
- INPSASEL (2007). (Página Web en Línea). Disponible: http://www.inpsasel.gov.ve/epid_2007/07_page.htm
- ISTAS (Página Web en Línea). Disponible: <http://www.istas.net/istas21/istas21.html>
- Méndez A, Carlos E. (2002). **Metodología: diseño y desarrollo del proceso de investigación**. Quinta edición. México: Ediciones McGraw –Hill/ Interamericana de México, S.A.
- Laurell (1993). **La Construcción Teórico-Metodológica de la Investigación Sobre la Salud de los Trabajadores**. Serie Paltex, Salud y Sociedad 2000 .Washington.
- ASAMBLEA NACIONAL (2005). Ley Orgánica del Trabajo. Documento en línea consultado en Junio 2008. Disponible: <http://www.tsj.gov.ve/legislación/lot.html>
- INPSASEL (2007). LOPCYMAT. Documento en línea consultado en Julio 2008. Disponible: <http://www.inpsasel.gov.ve/paginas/lopcymat.html>
- INPSASEL (2007). Reglamento de Condiciones de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Documento en línea consultado en Junio 2008. Disponible <http://www.inpsasel.gov.ve/paginas/rchst.html>

- Tamayo y Tamayo (2006). **El Proceso de la Investigación Científica.**, México, Limusa. 4^a Edición.