



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS DE GRADO

TEMA:

**“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO
PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN EN LA SECCIÓN HORNOS
ROTATIVOS DE LA EMPRESA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI”**

Tesis presentada previa a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor:

Alomoto Guanoluisa Nelson Wilfrido

Director:

Ing. Edison Salazar Cueva Msc.

LATACUNGA – ECUADOR

JULIO 2014

AUTORÍA

Yo, **Alomoto Guanoluisa Nelson Wilfrido** con **C.I.052430929** estudiante de la carrera de **INGENIERIA INDUSTRIAL** de la Unidad Académica de Ciencia de la Ingeniería y Aplicadas de la **UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI** declaro expresamente que los criterios emitidos en el presente trabajo de Investigación, **“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN EN LA SECCIÓN HORNOS ROTATIVOS DE LA EMPRESA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI”**, son de exclusiva responsabilidad de Autor.

Alomoto Guanoluisa Nelson Wilfrido

C.I.: 050243092-9

CERTIFICACIÓN

HONORABLE CONSEJO ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI.

DE MI CONSIDERACIÓN:

CUMPLIENDO CON LO ESTIPULADO EN EL REGLAMENTO DEL CURSO PROFESIONAL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI, CAPÍTULO V, (ART. 9 LITERAL F), ME PERMITO INFORMAR QUE EL POSTULANTE NELSON WILFRIDO ALOMOTO GUANOLUISA, HA DESARROLLADO SU TESIS DE GRADO DE ACUERDO AL PLANTEAMIENTO FORMULADO EN EL ANTEPROYECTO DE TESIS CON EL TEMA: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN EN LA SECCIÓN HORNOS ROTATIVOS DE LA EMPRESA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI”, CUMPLIENDO SUS OBJETIVOS RESPECTIVOS.

EN VIRTUD DE LO ANTES EXPUESTO, CONSIDERO QUE LA PRESENTE TESIS DE GRADO SE ENCUENTRA HABILITADA PARA PRESENTARSE AL ACTO DE DEFENSA.

Latacunga, 02 de Junio del 2014

EL DIRECTOR

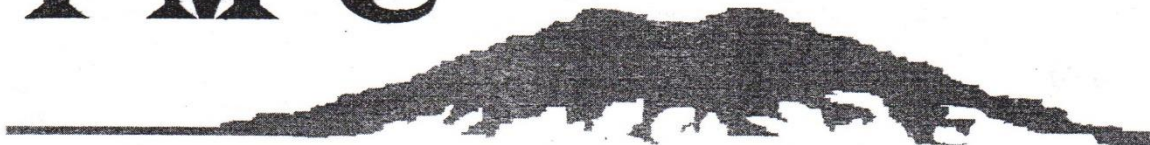
.....
Ing. Edison Salazar Msc.

C.C. 050184317-1

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

I M C



INDUSTRIA

METALICA

COTOPAXI

RUC: 0500534474001

PLANTA Y OFICINA: AV. MIGUEL ITURRALDE - VÍA AL AEROPUERTO NORTE KM. 3 1/2 - TELF: 2262-185 - 2262-065

LATACUNGA - ECUADOR
CERTIFICACIÓN

Por medio de la presente **INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI** certifica que el SR. NELSON WILFRIDO ALOMOTO GUANOLUISA con CC 050243092-9, elaboro su trabajo de tesis con el tema "ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCION EN LA SECCION DE HORNO ROTATIVOS EN LA EMPRESA INDUSTRIA METALICA COTOPAXI" Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, el interesado puede hacer uso de la presente como estime conveniente.

Esta certificación es de carácter informativo y es estrictamente confidencial, se le otorga a petición expresa del titular. No implica para **INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI**, ni para sus funcionarios ningún tipo de garantía o responsabilidad.

Latacunga 16 Junio, 2014



Arribal Culqui

GERENTE - PROPIETARIO

RUC. 0500534474001

FONO: 032262185/032262065

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto el postulante Nelson Wilfrido Alomoto Guanoluisa con el título de tesis: **“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN EN LA SECCIÓN HORNOS ROTATIVOS DE LA EMPRESA INDUSTRIA METALICA COTOPAXI ”**han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Defensa de Tesis.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la norma institucional.

Latacunga 17 de julio, del 2014

Para constancia firman:

Ing. Medardo Ulloa PhD

100097032-5

PRESIDENTE

Dr. Marcelo Bautista.

050132897-5

MIEMBRO

Ing. Marcelo Tello

050151855-9

OPOSITOR

AVAL DE TRADUCCIÓN

Yo Marcelo Pacheco Pruna con número de cédula 050261735-0, Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi **CERTIFICO** haber revisado el resumen en inglés de la Tesis con el Tema “**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN EN LA SECCIÓN HORNOS ROTATIVOS DE LA EMPRESA INDUSTRIA METALICA COTOPAXI**”, realizado por el estudiante Nelson Wilfrido Alomoto Guanoluisa, de la especialidad de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, y para que conste a los efectos oportunos, expido el presente documento, a petición del interesados.

Latacunga, 05 de mayo del 2014

.....
Lic. Marcelo Pacheco Prúna

C.I 050261735-0

DOCENTE UTC

AGRADECIMIENTO

Para la exitosa ejecución de este trabajo de ingeniería he tenido la oportunidad de contar con el apoyo de un gran grupo de personas e institución a las cuales quiero expresarle mi más sincera gratitud.

Este trabajo de investigación fue factible realizarlo gracias a la Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas y la carrera de Ingeniería Industrial, por la oportunidad que brinda a todas las personas que buscan su superación personal.

También quiero expresar mi agradecimiento a la acertada Dirección del Ing. MSc Edison Salazar Cueva, por haberme brindado todo el apoyo y sabios consejos tanto humano como científico para la realización de este proyecto y por su acertada asesoría, en este trabajo investigativo. A la empresa consultora que me ha permitido realizar mi trabajo de ingeniería en sus instalaciones

Nelson Alomoto

DEDICATORIA

*Este trabajo es fruto del esfuerzo y perseverancia, Primeramente quiero manifestar mi más infinito agradecimiento a **Dios**, a quien compenso por haberme brindado la fuerza, valor y bendiciones para terminar mis estudios y poder crecer como persona y como un buen profesional al servicio de la sociedad. A mi querido padre **Nelson Fabián Alomoto** quien a través de sus sabios consejos me ha encaminado por el camino de la superación y por su gran esfuerzo realizado todo este tiempo para ver realizado este gran sueño y anhelo. A mi madre **María Jacqueline Guanoluisa**, que en las adversidades siempre ha estado brindándome un aliento de esperanza.*

*A mi amada esposa e hijo **Rosa Maisanchi y Esteban Alomoto**, quienes creen y confían en mi persona al ayudarme anímicamente y económicamente para la culminación de este trabajo.*

Para ello y por ellos, que Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁG.
PORTADA	I
AUTORÍA	ii
CERTIFICACIÓN	iii
CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
AVAL DE TRADUCCION AL IDIOMA INGLES	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.	3
1.1 Ingeniería de Métodos	3
1.1.1 <i>Tiempos y Movimientos</i>	4
1.1.1.1 <i>Estudio de Tiempos</i>	6
1.1.1.2 <i>Requerimientos del Estudio de Tiempos</i>	9
1.1.1.3 <i>Responsabilidad del Analista</i>	10
1.1.1.4 <i>Responsabilidad del Supervisor</i>	10
1.1.1.5 <i>Responsabilidades del Sindicato</i>	11
1.1.1.6 <i>Responsabilidad del Operario</i>	11
1.1.1.7 <i>Equipo para el Estudio de Tiempos</i>	12

<i>1.1.1.8 Formas para el Estudio de Tiempo</i>	12
<i>1.1.1.9 Elementos del Estudio de Tiempos</i>	13
<i>1.1.1.10 Métodos para el Estudio de Tiempos</i>	19
<i>1.1.1.11 Pasos para el Estudio de Tiempos</i>	20
1.2 Registro y Análisis del Proceso	22
<i>1.2.1 Diagrama de Proceso</i>	22
<i>1.2.2 Diagrama de Procesos de Flujo</i>	24
<i>1.2.3 Diagrama de Recorrido</i>	25
<i>1.2.4 Diagramas de Procesos Hombre-Máquina</i>	25
<i>1.2.4.1 Tiempo Estándar</i>	25
<i>1.2.4.2 Tiempo Normal</i>	26
<i>1.2.4.3 Tolerancias</i>	26
1.3 Balances de Líneas	28
1.4 Estudio de Movimientos	30
<i>1.4.1 Diagrama Bimanual</i>	31
<i>1.4.1.1 Guía para la Construcción de Diagrama Bimanual</i>	31
<i>1.4.2 Principio de la Economía de Movimientos</i>	33
<i>1.4.2.1 Aplicación y Uso del Cuerpo Humano</i>	33
<i>1.4.2.2 Arreglo del Área de Trabajo</i>	34
<i>1.4.2.3 Diseño de Herramientas y Equipo</i>	34
1.4.3 Las Cinco Clases Generales de Movimientos	35
<i>1.4.3.1 Movimientos Básicos</i>	36
<i>1.4.4 Plan de Producción</i>	39
<i>1.4.5 Plan de Compra</i>	39
<i>1.4.6 Producto</i>	40
<i>1.4.6.1 Proceso de Fabricación</i>	40
<i>1.4.6.2 Documentos para la Producción</i>	40
<i>1.4.6.3 Distribución en planta</i>	41
1.5 Productividad	45

<i>1.5.1 Importancia de la productividad</i>	45
<i>1.5.2 Tipo de procesos productivo</i>	46
<i>1.5.2 Eficacia y Eficiencia</i>	48
CAPITULO II	49
2. REPRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
2.1 Objetivos	49
2.1.3 Caracterización de la Institución	50
<i>2.1.4 Razón social</i>	50
<i>2.1.5 Actividad</i>	50
<i>2.1.6 Constitución Jurídica</i>	50
2.2 Reseña Histórica	51
2.3 Visión de la Empresa	51
2.4 Misión de la Empresa	51
2.5 Política de Seguridad y Salud Ocupacional	52
2.6 Objetivos de la Empresa	52
2.7 Estructura Organizacional	53
2.8 Tipología Organizacional	55
2.9 Población o Universo de Estudio	55
<i>2.10 Aplicación de Entrevista</i>	56
2.11 Análisis e Interpretación de Observaciones	60
<i>2.11.1 Análisis de los datos obtenidos con la observación del diagrama de procesos de los Hornos Rotativos</i>	65
2.12 Verificación de la Hipótesis	78
2.13 Conclusiones	79
2.14 Recomendaciones	80
CAPITULO III	81
3. PROPUESTA ALTERNATIVA	81
3.1 Presentación de la Propuesta	81
3.2 Justificación	82

3.3 Objetivos	83
<i>3.3.1 Objetivo general</i>	83
<i>3.3.2 Objetivo específico</i>	83
3.4 Impacto Social	83
3.5 Impacto Técnico	84
3.6 Impacto Económico	84
3.7 Estructura de la Propuesta	84
<i>3.7.1 Toma de datos</i>	84
<i>3.7.2 Mejoras para el Proceso de Producción</i>	84
<i>3.7.3 Reducción de los Tiempos en el Proceso</i>	85
<i>3.7.4 Datos de Tiempos Mejorado de Acuerdo a lo Planteado</i>	85
<i>3.7.5 Ahorro Estimado de Tiempo</i>	85
3.7.5.1 Calculo de Eficiencia	85
3.7.5.2 Cambios en el sistema de producción	85
3.8 Desarrollo de la Propuesta	86
3.8.1 Toma de Datos	86
3.9 Forma para la Observación de Tiempos y Tareas Cronometradas	88
<i>3.9.1 Resultado de Tiempos Tomados y Cronometrados son:</i>	89
3.10 Mejoras del Proceso de Producción	89
<i>3.10.1 Posibles Alternativas</i>	89
<i>3.10.2 Organización del área de trabajo</i>	89
<i>3.10.3 Tipo Mecánico</i>	90
<i>3.10.3.1 Realización del Mantenimiento Preventivo</i>	90
<i>3.10.3.2 Realización del Mantenimiento Correctivo</i>	90
3.11 Distribución de Planta	90
<i>3.11.1 Desarrollo para la Reducción de Tiempo del Proceso</i>	91
3.12 Mejoras de Tiempos Según lo Planteado	93
<i>3.12.1 Desviación Media</i>	93
<i>3.12.2 Datos Cronometrados Menos la Desviación Media</i>	94
3.13 Tiempo Normal de la Fabricación de Hornos Rotativos	96

<i>3.13.1 Tolerancias</i>	97
<i>3.13.2 Tiempo Estándar</i>	98
<i>3.13.3 Ahorro Estimado de Tiempo</i>	99
<i>3.13.8 Calculo de Eficiencia</i>	100
<i>3.14 Conclusiones</i>	106
<i>3.15 Recomendaciones</i>	107
<i>3.16 Bibliografía</i>	108
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁG.
Cuadro N° 1.1 Análisis de Trabajo	8
Cuadro N° 1.2 Acciones Durante el Proceso	23
Cuadro N° 1.3 Simbología a Emplearse	24
Cuadro N° 1.4 Therbligs Eficientes Realizados por un Trabajador	37
Cuadro N° 1.5 Therbligs Ineficientes que son Realizados por el Trabajador	38
Cuadro N° 2.1 Muestra de la Población	55
Cuadro N° 2.2 Entrevista Aplicada al Jefe de Planta	57
Cuadro N° 2.3 Entrevista Aplicada al jefe de producción	58
Cuadro N° 2.4 Entrevista Aplicada al supervisor	59
Cuadro N° 2.5 Análisis e Interpretación de Observaciones	63
Cuadro N° 2.6 Hombre Maquina	64
Cuadro N° 2.7 Estudio de Movimientos en las Operaciones del Proceso Productivo.	71
Cuadro N° 3.1 Westinghouse	86
Cuadro N° 3.2 Forma de Observación de Tiempo	88
Cuadro N° 3.3 Tareas Eliminadas	91
Cuadro N° 3.4 Tareas Mejoradas	92
Cuadro N° 3.5 Resultados de la Desviación Media	95
Cuadro N° 3.6 Tiempo Normal	96
Cuadro N° 3.7 Tabla de Tolerancias	97
Cuadro N° 3.8 Tiempo Estándar	99
Cuadro N° 3.9 Comparación de Tiempos	100
Cuadro N° 3.10 Eficiencia en la Línea	100
Cuadro N° 3.11 Eficiencia de la Línea con el Aumento de Hornos	101
Cuadro N° 3.12 Diagrama de flujo propuesto	102

ÍNDICE DE GRAFICOS

CONTENIDO	PÁG.
Gráfico N° 1.1 Esquema para Selección de Operario	17
Gráfico N° 2.1 Organigrama Estructural “Industria Metálica Cotopaxi”	54
Gráfico N° 3.1 Diagrama de flujo del proceso actual	61
Gráfico N° 4.1 Diagrama de recorrido del proceso actual	62
Gráfico N° 5.1 Diagrama de operaciones de hornos rotativos	103
Gráfico N° 6.1 Diagrama de recorrido propuesto	104
Gráfico N° 7.1 Planta de producción	105

RESUMEN

El estudio de tiempos es un método sistemático para diagnosticar analizar y desarrollar métodos de trabajo y enfocarse en efectuar una mejora en la empresa que se realiza el estudio. Debido que la empresa, para ser productiva requiere conocer los tiempos de proceso para poder resolver problemas relacionadas con la fatiga, demoras personales y retrasos inevitables que se dan dentro del proceso. El presente trabajo de tesis se realizó en la empresa **INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI** ubicada Vía al aeropuerto Km 3 Barrio San Silvestre, Latacunga provincia de Cotopaxi, en el proceso de hornos rotativos debido a los tiempos muertos, inadecuada distribución de los equipos y áreas de trabajo que existen en el proceso productivo, generando como principal problema que las unidades en fabricación no se realice en un determinado tiempo causando baja productividad y amentando costos de producción por este motivo se procede a realizar un estudio de tiempos y movimientos debido a que es un método muy sistemático para diagnosticar, analizar y desarrollar métodos de trabajo y especializarse en efectuar mejoras en empresa estudiada ayudando a realizar una descripción de la situación actual. En la cual se detectó puntos muertos y actividades innecesarias que retrasaban la producción de hornos rotativos cada uno de los datos obtenidos son de vital importancia para establecer tiempos estándares en la realización de las actividades del proceso y así aprovechar el recurso material, talento humano y sobre todo tecnológico. La investigación utilizo el método descriptivo cuyas técnicas usadas fueron la entrevista, la observación de campo necesarios para el desarrollo del trabajo escrito permitiendo conocer los datos necesarios para realizar un análisis del problema. Mediante la propuesta emitida para mejorar esta línea de proceso productivo se obtuvo diagramas de proceso utilizando simbología **ASME (American Society of Mechanical Engineers)**, se pudo bajar el tiempo de producción, optimizando recurso, eliminado actividades innecesarias y mejorando otras, mejorando la distribución de equipos y maquinaria con el fin de conseguir mejoramiento y elevar los índices de productividad en la sección Hornos Rotativos.

ABSTRACT

A research time is a systematic method to diagnose, analyzing, developing working techniques and focus on making to improve in the company this carries out the study. The Company to be productive must requires knowing times to solve problems allied to fatigue, personal delays which ones occur in the productive process of rotary furnace. These movements were carried out by an exhausted analysis of body movements when an activity is realized. This technique is used to eliminate or to reduce inefficient actions, and to increase the acceleration on efficient movements. Through the movements' research the work was carried out easier to increase its rate production. This research in-house **industry metal Cotopaxi** in the section of rotary kilns located at Via airport Km 3 block San Silvestre, Latacunga Cotopaxi province, obtaining necessary data to standardize activities in the production plant, taken into count downtimes about delays in the production line. This research describes a method used through application of interviews and techniques, field observation that was of valuable importance to this research which helped to streamline process. Various proposals for improvements are, differentiate the current situation of the company reduce production, efficiency in resource use times, eliminating unnecessary tasks, making a great difference to coordinate daily production of rotary furnaces.

INTRODUCCIÓN

Toda empresa que lleve a cabo un proceso productivo siempre está en la búsqueda de crecer y aumentar su rentabilidad y aumentar el camino ideal para lograrlo a través del aumento de su productividad.

Con esa misma ideología Industria Metálica Cotopaxi para cumplir su misión y visión se ha propuesto optimizar muchos de los procesos realizados para la consecución del producto terminado, mediante la mejor utilización de recursos, maquinaria e instalación de la planta en la sección de Hornos Rotativos.

El estudio de tiempos y movimientos pretende normalizar los diferentes procesos, recopilar información de importancia para estandarizar tiempos de producción y generar nuevas sugerencias innovadoras para mejorar el sistema actual de producción y el uso adecuado recursos que la empresa invierte cumpliendo con la misión establecida

Este estudio constituye para la empresa, un modelo básico para la toma de decisiones, relacionadas con la mejora de métodos de fabricación y todos los efectos funcionales y operativos alrededor de este.

El propósito general de este trabajo de investigación es realizar un estudio de tiempos y movimientos al personal que labora en el área de Hornos Rotativos de Industria Metálicas Cotopaxi con el fin de obtener tiempos reales que permitan establecer una planificación y un control en el proceso de fabricación de su producto, aumentando producción y mejorando la calidad del producto.

La investigación beneficiaría a la empresa Industria Metálica Cotopaxi mediante un adecuado aprovechamiento de los recursos, minimizando costos de producción para que el producto terminado sea más competitivo y contribuya al bienestar de cada uno de los trabajadores.

La presentación de la investigación consta de tres capítulos. El primer capítulo es toda la información adquirida mediante la recopilación de información bibliográfica del estudio de tiempos y movimientos, realizando un análisis sobre la importancia de establecer un estudio de tiempos y movimientos en la empresa Industria Metálica Cotopaxi

El segundo capítulo presenta el panorama actual de la empresa Industria Metálica Cotopaxi, comprende la presentación y aplicación de metodologías y la observación de campo que se aplica en la sección de Hornos Rotativos mediante la toma de datos que se representa en Diagramas de flujo de proceso, Diagramas de recorrido, Diagrama hombre-máquina y diagrama Bimanual.

El tercer capítulo se presenta la propuesta sobre la base de la investigación la cual expone los cambios que se puede realizar en la línea de producción luego del análisis de los datos obtenidos como: tiempo normal, tiempo estándar, holguras, eficiencia para un aumento de producción y la calidad de los Hornos rotativos de Industria Metálica Cotopaxi.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones correspondientes al trabajo de investigación así como la bibliografía consultada y anexos respectivos.

CAPITULO I

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

1.1 Ingeniería de Métodos

NIEBEL, Benjamín (2004) manifiesta:

Plantea que la ingeniería de métodos es el estudio de los métodos, materiales, equipos y herramientas involucrados con una tarea particular, aumentar la producción por unidad de tiempo o disminuir el costo por unidad de producción con la finalidad de.

- Encontrar el mejor método de ejecución.
- Normalizar el método, los equipos, los materiales y las herramientas.
- Determinar el tiempo necesario en que un operario calificado y debidamente entrenado realiza la tarea.
- Seguir el mejor método para el aumento de productividad.

La ingeniería de métodos permite lograr ciertos objetivos específicos como son, reducir el costo de operación, eliminar actividades innecesarias y no esenciales, incrementar la eficiencia de cada actividad necesaria, eliminar la duplicación de esfuerzos, hacer el trabajo más seguro y menos fatigoso, eliminar pérdidas de tiempo, energía y materiales, crear conciencia respecto al tratamiento sistemático para la solución de problemas, y en general mejorar la calidad y por ende aumentar la productividad.

División de la ingeniería de Métodos.

NIEBEL, Benjamín (2009) manifiesta:

Según niebel plantea que la ingeniería de métodos comprende las ramas:

- a) Estudio de métodos: es el registro de análisis y examen crítico sistemático de los métodos actuales y propuestos de llevar a cabo una tarea, con la finalidad de tratar de encontrar métodos más sencillos y eficaces.
- b) Medición de trabajo: es la aplicación de técnicas para determinar el contenido del trabajo de una tarea en particular, fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevar a cabo, con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida

1.1.1 Tiempos y Movimientos

NIEBEL, Benjamín (2009) manifiesta:

En Europa en el año 1760 se iniciaron los estudios de tiempos, fue Jean Rodolphe Perronet, ingeniero francés, quién inicio esta práctica a través de observaciones realizadas en una industria de alfileres, obteniendo tiempos estándares de producción; seguido en 1830 el inglés Charles Babbage extendió el estudio realizado por Perronet.

Fue en 1881 que Frederick Taylor inicia en América el estudio de tiempos, (Filadelfia, Estados Unidos), propuso la planeación de las tareas de cada una de las personas que laboraban en las empresas; dicha planeación incluía el detalle escrito de su tarea, los medios a utilizar y el tiempo estándar en el cuál debería realizar su tarea; también propuso que el tiempo estándar asignado fuera obtenido a través de observaciones realizadas a un operador calificado, quién luego de recibir instrucciones fuera capaz de trabajar con regularidad.

También promulgó el análisis de tareas por elementos o método correcto para hacerlas cosas o actividades mediante un incentivo salarial, a lo que se podría llamar inicio de un estudio de movimientos el cual se ha aplicado desde entonces en las grandes industrias mejorando su nivel de producción y la calidad de sus productos.

En mayor grado que cualquier otra persona, Fue Frank B. Gilbreth y su esposa Lillian fueron los responsables quienes iniciaron la práctica de la técnica moderna del estudio de movimientos y la importancia que tiene un estudio detallado de los movimientos del cuerpo humano para mejorarla mediante la eliminación de movimientos innecesarios, la simplificación de los necesarios y el establecimiento de la secuencia de movimientos más favorable reduciendo la fatiga pero sobre todo capacitar a los operarios con el mejor método para realizar una operación.

Básicamente ayudo a la eliminación de movimientos innecesarios, simplificación de los movimientos necesarios, y el establecimiento de la secuencia de movimientos más favorables para maximizar la eficiencia en línea del trabajador; para llevar a cabo sus estudios se basó en técnicas como la cinematografía, proyecciones en acción lenta, sistemas eléctricos donde se registraban los movimientos mientras el operario trabajaba.

Por último se estableció el uso de los therbligs eficientes e ineficientes, señalando 17 movimientos fundamentales en el trabajo, que el cuerpo humano debe realizar de tal forma ayudando hacerlo menos fatigoso, mejorando las habilidades y destrezas haciéndolo más productivo para el operario.

1.1.1.1 Estudio de Tiempos

HODSON, William, (2009), expresa:

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado, quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea dada conforme a un método especificado. El estudio de tiempos busca producir más en menos tiempo y mejorar la eficiencia en las estaciones de trabajo

El estudio de tiempos es una técnica utilizada para obtener un tiempo estándar permitido en el cual se llevará a cabo una actividad. Estableciendo estándares para tareas u holguras para fatigas o por retrasos personales e inevitables y con esta manera se generaran posibilidades de resolver problemas en aspectos de proceso o fabricación.

Estas técnicas de organización son utilizadas comúnmente en las empresas debido a que abarcan la información necesaria para el conocimiento del tiempo que se necesita para la ejecución preestablecida de una actividad, transformándose de vital importancia para la industria como lo es para el hombre en su vida social, conociendo los tiempos de producción se dispondrá eficientemente de los recursos.

Se debe disponer de las mejoras técnicas y habilidades favorables a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método

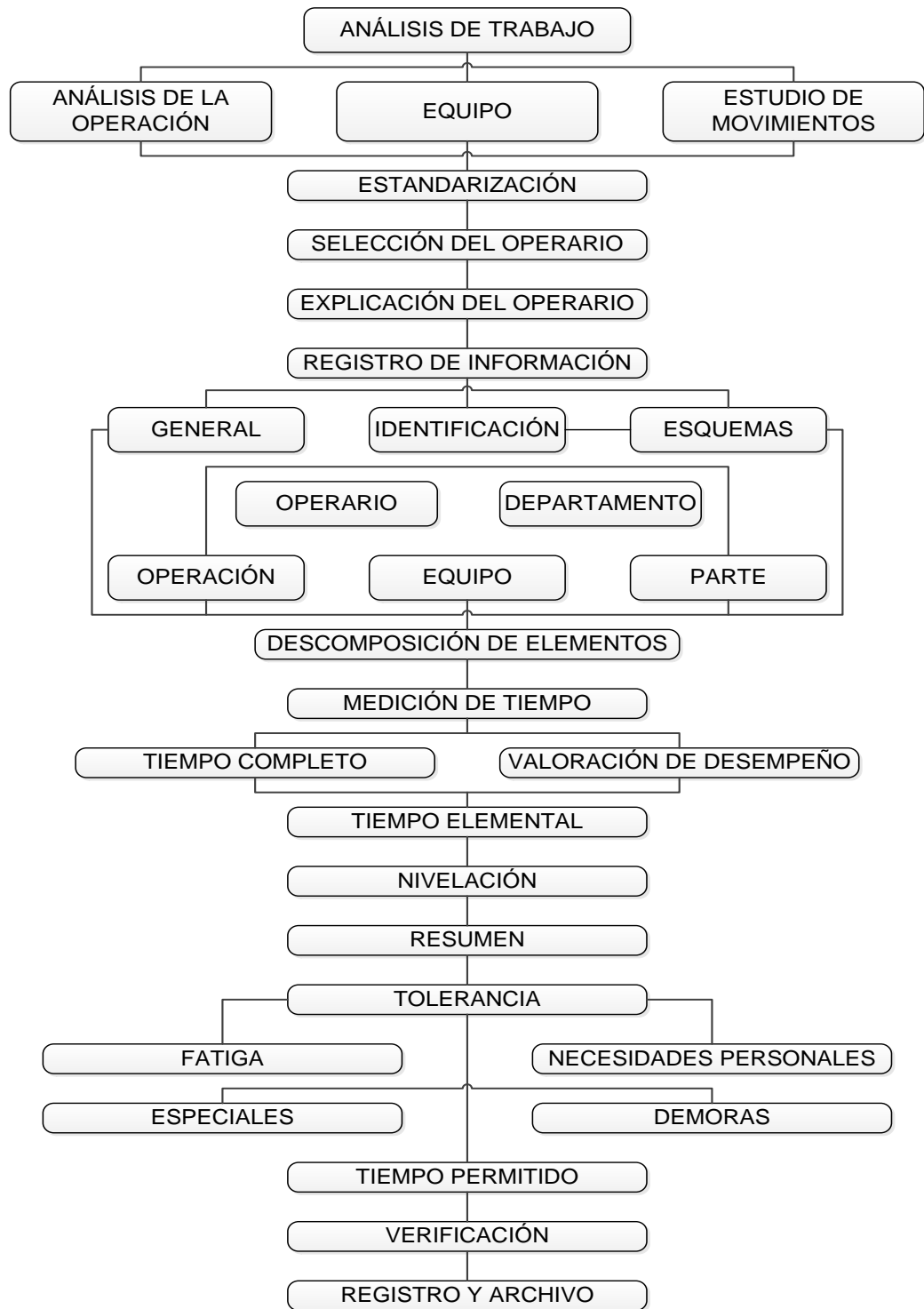
adecuado, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos de forma justa, adecuadamente según su rendimiento.

Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de estas para determinar los procedimientos de manufactura más económicas según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación adecuadamente.

A fin de lograr una investigación satisfactoria debe haber un verdadero compromiso por parte de la dirección o gerencia de la empresa. Tal desempeño requiere de algunos aspectos importantes para su desarrollo tales como entusiasmo, tiempo pero sobre todo los recursos financieros en forma continua.

En el cuadro N° 1.1 se presenta un análisis de los pasos que establece el tiempo estándar obtenido con cronometro. El primer paso que es el “Estudio de métodos” y el segundo es el “Estudio de tiempos” el estudio de métodos se muestra primero para destacar el hecho de que el método siempre debe ser estudiado, mejorado y estandarizado antes de comenzar el estudio de tiempos. El estudio de tiempos comienza en la categoría de “selección del Operario”.

Cuadro N° 1.1 Análisis de Trabajo



FUENTE: Hodson, William k. Maynard. Manual del ingeniero industrial tomo I, Editorial McGRA W – HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A. de C.V. Edición 1998. México.

REALIZADO POR: Tesista

1.1.1.2 Requerimientos del Estudio de Tiempos

Deben cumplirse ciertos requerimientos fundamentales antes de tomar un estudio de tiempos. Por ejemplo, si se requiere un estándar de una nueva tarea, o de una tarea anterior en la que el método o parte de él se ha alterado, el operario debe estar familiarizado por completo con la nueva técnica antes de estudiar la operación. Además el método debe estandarizarse en todos los puntos en que se use antes de iniciar el estudio, ya que los estándares de tiempo tendrán poco valor y se convertirán en una fuente continua de desconfianza, resentimientos y fricciones internas.

El operario debe verificar que aplica el método correcto y debe estar familiarizado con todos los detalles de la operación. El supervisor debe verificar el método para asegurar que la alimentación, la velocidad, las herramientas de corte, los lubricantes cumplan con las prácticas estándar.

Los analistas deben comunicar al representante del sindicato, al supervisor del departamento y al operario que se estudiara el trabajo. Cada parte puede hacer planes específicos y tomar las medidas necesarias para realizar un estudio coordinado y adecuado. Durante el estudio, el observador debe evitar cualquier tipo de conversación con el operario, ya que esto podría distraerlo o estorbar las rutinas.

El analista observará a un empleado y medirá el tiempo real que le toma realizar su trabajo. Es más difícil evaluar todas las variables y determinar el tiempo requerido para que el operario “calificado” realice su tarea.

1.1.1.3 Responsabilidad del Analista

Debido a la cantidad de intereses humanos y reacciones asociados con las técnicas de estudio de tiempos, es esencial que haya un entendimiento completo entre el supervisor, el empleado, el representante sindical y el analista de estudio de tiempos. Este último debe estar seguro de que se usa el método correcto, registrar con precisión los tiempos tomados, evaluar con honestidad el desempeño del operario y abstenerse de criticarlo.

1.1.1.4 Responsabilidad del Supervisor

El supervisor debe notificar con antelación al operario que se estudiara el trabajo asignado para que no exista un mal entendido y limite el desarrollo adecuado del estudio de tiempos de la actividad a desarrollar permitiendo obtener un estudio más eficiente con datos reales, exactos de acuerdo a estos se lograra diagnosticar una situación inicial del proceso productivo.

El supervisor debe verificar que se utiliza el método adecuado establecido por el departamento de métodos, y que el operario seleccionado es competente y tiene la experiencia adecuada para realizar las actividades que se encuentra dentro del proceso, esto será de gran ayuda para la investigación del estudio de tiempos permitiendo mejorar en el futuro.

Una vez terminad el estudio el estudio de tiempos el supervisor debe firmar el original del informe para indicar que está de acuerdo con el estudio, lo que indicara que ha cumplido con todas sus responsabilidades relativas a dicho estudio. Todo supervisor que no sepa cumplir con sus responsabilidades, contribuirá al establecimiento de tasas injustas de salarios que traerán consigo numerosas dificultades y conflictos con los trabajadores, presiones por parte de la empresa e insatisfacciones por parte de la misma.

1.1.1.5 Responsabilidades del Sindicato de trabajadores.

La mayoría de los sindicatos reconoce que los estándares son necesarios para tener una operación con ganancias, y que la administración continúa con el desarrollo de dichos estándares mediante el uso de las técnicas aceptadas de medición de trabajo.

Por medio de programas de capacitación, el sindicato debe educar a todos sus afiliados en los principios, teorías y necesidades económica de un estudio de tiempos para evitar entorpecer el estudio pero sobre todo esclarecer preguntas frecuentes que se generan en el ambiente laborar al realizar este tipo de investigación.

El representante del sindicato debe asegurarse que el estudio de tiempos incluye un registro completo de las condiciones de trabajo, es decir, el método y la distribución de la estación de trabajo. También se asegurara que la descripción actual de la tarea es exacta y completa y animara a los operarios que cooperen con el analista.

1.1.1.6 Responsabilidad del Operario

Todo empleado debe tener interés suficiente en el bienestar de la compañía y apoyar a las prácticas y procedimientos que implante la administración. Los operarios deben probar con integridad los nuevos métodos y cooperar para eliminar las fallas características de muchas innovaciones.

El operario debe ayudar al analista de métodos en la división de la tarea y sus elementos, con lo que asegura que se cubren todos los detalles específicos. También debe trabajar a un paso normal, firme mientras se realiza el estudio, e

introducir el menor número de elementos extraños o movimientos adicionales que sea posible. Debe usar el método prescrito exacto, ya que cualquier acción que prolonga el tiempo de ciclo de manera artificial puede dar como resultado un estándar demasiado amplio.

1.1.1.7 Equipo para el Estudio de Tiempos

Es importante para realizar un estudio de tiempos que se cuente con los recursos mínimos necesarios para llevarlo a cabo, los que permitirá que el estudio se realice de manera fluida y no forzada, a continuación se detalla cada función que cumplirá los elementos en el tema de investigación. El equipo que debe tenerse antes de iniciar es el siguiente.

El equipo mínimo necesario será:

- Un Cronómetro

- Un tablero de apoyo con sujetador

- Formas impresas para estudio de tiempos

- Una cinta métrica, regla o micrómetro

- Calculadora de bolsillo

En el mercado existen equipos de fácil acceso de varias características y ventajas, pero de la misma manera tienen limitaciones debido a las condiciones o recursos monetarios a continuación se pone a disposición alguna de ellos los cuales favorecerán al estudio de tiempos y movimientos.

- Máquinas registradoras de tiempo
- Cámaras cinematográficas
- Equipo de videocinta.

1.1.1.8 Formas para el Estudio de Tiempos.

Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos. La forma contiene espacio para registrar toda la información pertinente sobre el método que está en estudio, las herramientas utilizadas, elementos que causan las demoras inevitables, anomalías en las piezas o partes fabricadas que afectan la línea de proceso y por causa de estos el proceso se vuelve ineficiente etc.

Se identifica la operación que se estudia como nombre y número del operario, descripción y número de la operación, nombre y número de la máquina, herramientas especiales usadas y sus números respectivos, el departamento donde se realiza la operación y las condiciones de trabajo. Es mejor que sobre información y que no falte.

1.1.1.9 Elementos del Estudio de Tiempos.

La realización de un estudio de tiempos es tanto una ciencia como un arte. Para asegurar el éxito el analista debe inspirar confianza, aplicar su juicio y desarrollar un enfoque de acercamiento personal con quienes tenga contacto. Además sus antecedentes y capacitaciones deben prepararlo para entender a fondo y realizar las distintas funciones relacionadas con el estudio.

1.1.1.9.1 Selección de la operación.

Para empezar, es necesario determinar qué operación vamos a medir. Su tiempo, en primer orden, es una decisión que depende del objetivo general que perseguimos con el estudio de medición, no obstante podemos emplear los siguientes criterios para hacer la selección.

- a) El orden de las operaciones según se presenten en el proceso.
- b) La posibilidad de ahorro que se espera en la operación.
- c) Según necesidades específicas.

1.1.1.9.2 Selección de operario.

HODSON, William, (2009), expresa:

Cuando se debe elegir al operador es necesario considerar algunos aspectos los cuales proporcionarían al estudio datos satisfactorios y ayude al desarrollo de la investigación impuesta para mantener un enfoque adecuado y permita dar solución a los posibles problemas de esta manera se detalla en los siguientes puntos:

- a) Operario calificado
- b) Trabajadores constantes y Fijos
- c) Respeto y confianza de sus compañeros.
- d) Cualidades competente, habilidad media, cierta experiencia, inteligencia media
- e) Operario término medio

1.1.1.9.2.1 Operario calificado.

Se considera un operario calificado a aquel operario que puede administrar la mejora de su propio trabajo, posee principios y valores fundamentales es un empresario dentro de su puesto de trabajo por ello su preocupación es la productividad, capacidad de trabajo en equipo y participación en círculos de calidad o mejoramiento.

1.1.1.9.2.2 Trabajadores constantes y normales.

El trabajador constante y normal es aquel que se realiza por cuenta y riesgo de un empleador, de quien a la vez se recibe retribución o salario. Con mayor precisión, podemos decir que se denomina trabajo constante el que efectúa quien pone a disposición de un empleador su fuerza de trabajo, realizando actos, ejecutando obras o prestando servicios a cambio de una remuneración.

1.1.1.9.2.3 Respeto y confianza de sus compañeros.

La confianza es la condición que nos permite desarrollar nuestras relaciones con los demás compañeros de trabajo, en base a la comprensión, el respeto y la ayuda mutua para crecer y madurar de forma independiente.

No puede lograrse un alto desempeño en un colectivo laboral donde la desconfianza y difidencia constituyan parte de la cultura permanente del mismo, y en el cual además, los trabajadores no sean capaces de proyectarse y convencer a los restantes miembros a partir de una imagen que responda a los valores compartidos por la empresa.

1.1.1.9.2.3 Cualidades competentes, habilidad media, cierta experiencia, inteligencia media.

Las cualidades personales permiten desarrollar con mayor eficiencia su trabajo, ya que algunos trabajadores presentan diferente personalidad y trabajos que involucran distintos grados de habilidad, el mismo que de esfuerzo físico y mental.

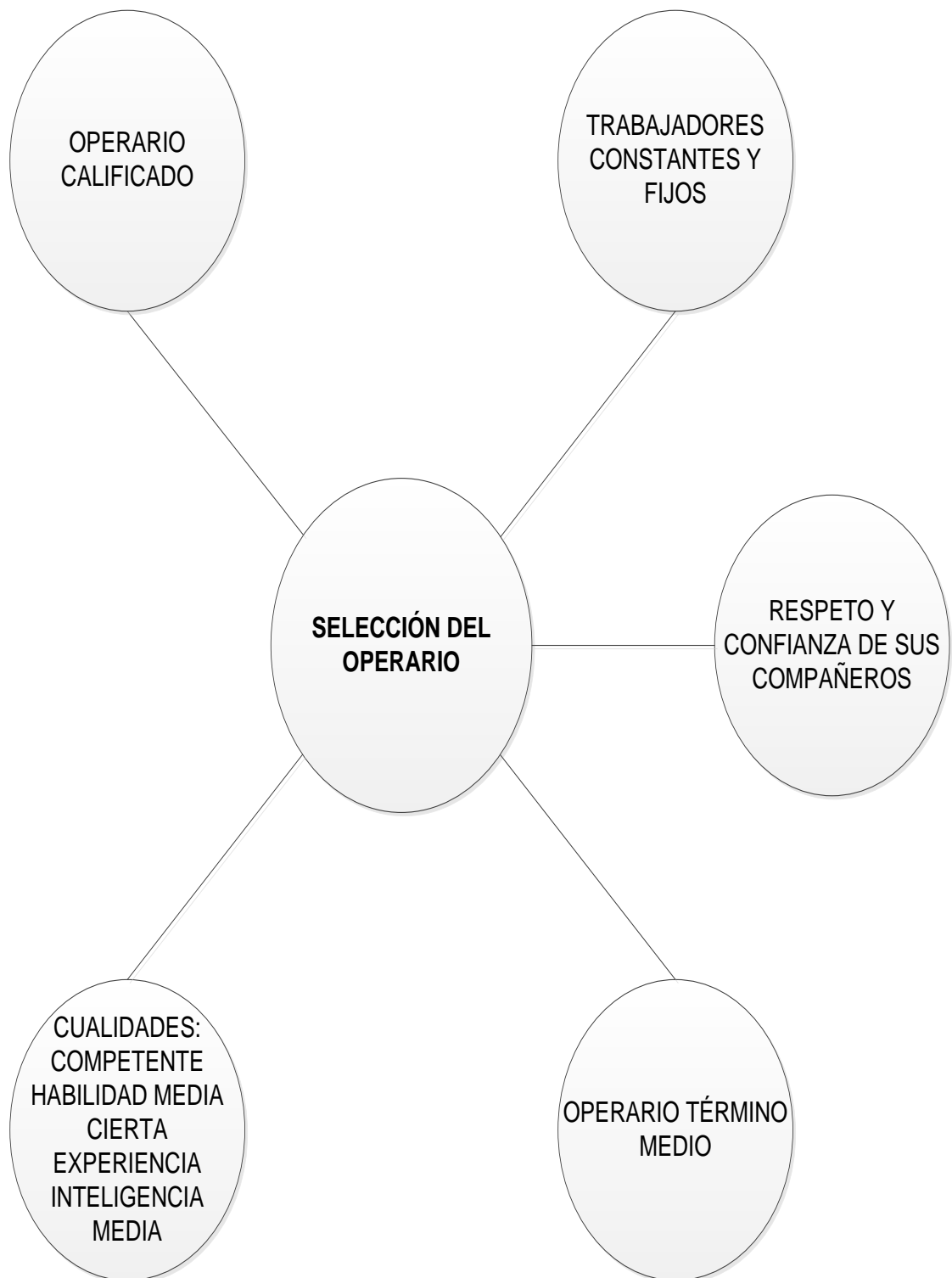
Depende de la disposición, conocimiento, precisión de movimiento y experiencia del operario respecto al trabajo que se está considerando. Podríamos definir como pericia para seguir un método

1.1.1.9.2.4 Operario término medio.

Hace referencia al ritmo de trabajo que manifiesta una persona en la relación de las tareas que tiene encomendadas. Una actividad normal hace referencia al ritmo que es capaz de desarrollar un operario medio, es decir una persona de constitución física normal y que tiene unas capacidades, formación, experiencia suficiente para realizar un trabajo con una calidad aceptable.

En el grafico N° 1.1 esquema para selección de operario se dispone cada uno de los pasos a seguir para realizar una selección adecuada y permitir que el estudio de investigación se realice adecuadamente

Grafico N° 1.1 Esquema para Selección de Operario



FUENTE: Hodson, William k. Maynard. Manual del ingeniero industrial tomo I, Editorial McGRA W – HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A. de C.V. Edición 1998. México.

REALIZADO POR: Tesista

Calificación del operario.

Existen 3 calificaciones de operarios que establecerán las habilidades y el desempeño del operario según su comportamiento en cada actividad del proceso. Una calificación de 85 a 99 para operarios inexpertos, calificación de 100 para operarios de desempeño normal y calificación de 101 a 120 para operarios expertos.

La calificación del operario se determina con base en el criterio de quien califica, que debe asignar una calificación al operario tomando en cuenta su habilidad y desempeño al realizar la operación. Luego de determinar la calificación que se le asigna al operario, se divide dentro de 100 para obtener el factor de desempeño.

Para la toma de tiempos se eligen operarios de desempeño normal, el cual han sido informados debidamente del estudio que se realizara una vez tomado en cuenta cada uno de los distintos aspectos se presentó, la calificación es de 100, teniendo un factor de desempeño eficiente en cada operario que se eligió para el estudio.

Esta operario debe tener habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia promedio. Por lo general los operarios no superan la calificación de 100 debido a la rotación de puestos y al cambio de los diseños, ya que las piezas de cada diseño se trabajan de distinta forma y constantemente los operarios deben adaptarse a las nuevas operaciones. (CASTILLO Oscar; (tesis de grado) Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005)

1.1.1.10 Métodos para el Estudio de Tiempos

1.1.1.10.1 Método de regreso a cero.

NIEBEL, Benjamín W. (2009), manifiesta.

El método de regreso a cero tiene ventajas como desventajas en comparación a la técnica del método continuo. Algunos analistas creen que los estudios en los que predominan los elementos largos se adaptan mejor a las lecturas con regreso a cero mientras que los estudios de ciclo corto se adaptan mejor al método continuo.

Con el método de regreso a cero los valores del elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regreso a cero, no se necesita tiempo para realizar las restas sucesivas como en el método continuo. Pudiéndose registrar directamente en la columna de TO (tiempo observado). También se puede registrar de inmediato los elementos que el operario realiza en desorden sin una notación especial.

El **cronometraje de regreso a cero** permite cronometrar una a una cada tarea del proceso, es decir, al terminar cada elemento se hace volver el reloj a cero, y se lo pone de nuevo en marcha rápidamente para cronometrar el elemento o proceso siguiente.

Se deben agregar cada uno de los elementos que conforman el producto y están dentro del proceso productivo todos estos se anotaron durante el transcurso del tiempo total este método es el más rápido debido a que se registran directamente los datos obtenidos.

1.1.1.10.2 Método continuo.

NIEBEL, Benjamín (2009) manifiesta:

Cuando se emplea este método, una vez que el reloj se pone en marcha permanece en funcionamiento durante todo el estudio, las lecturas se hacen de forma progresiva y solo se detendrá una vez que el estudio haya concluido. El tiempo para cada elemento se obtendrá restando la lectura anterior de la lectura inmediata siguiente.

Este método consiste en cronometrar el tiempo de ciclo de todo el proceso productivo sin dejar fuera todos los retrasos o elementos extraños que se presenten dentro del estudio, después de que se han completado las observaciones, los tiempos de los elementos individuales se calculan por una serie de restas, en si este método conlleva más trabajo pero es el más efectivo y solicitado por las empresas en el cual se realiza estos estudios debido a que es más factible.

1.1.1.11 Pasos para el Estudio de Tiempos

Se debe familiarizarse con la técnica de la toma de tiempos además la persona que observa debe colocarse de tal forma que no interrumpa las actividades del operario para que desarrolle libremente sus trabajos, no se debe discutir con la persona observado, la toma de tiempos debe ser llevada a cabo con el conocimiento de la persona a observar.

Para resumir, los pasos para realizar y calcular un estudio de tiempos típico son los siguientes.

1. Sincronizar el cronometro con el reloj maestro y registrar el tiempo de inicio.
2. Caminar a la operación e iniciar el estudio. La lectura al inicio es el tiempo transcurrido antes del estudio.

3. Calificar el desempeño del operario mientras se lleva a cabo el elemento y registrar la calificación sencilla o la calificación promedio.
4. Activar el cronometro al inicio del siguiente elemento. Para el tiempo continuo y para tiempos con regreso a cero, introducir la lectura del tiempo observado.
5. Para un elemento extraño, registrar los tiempos en la sección de elementos extraños.
6. Una vez cronometrados todos los elementos, detener el cronometro en el reloj maestro y registrar el tiempo de terminación.
7. Registrar la lectura como el tiempo transcurrido después del estudio (TTDE).
8. Sumar 2 y 7 para obtener el tiempo de verificación.

$$\text{Tiempo de verificación} = (\text{TTAE} + \text{TTDE})$$

9. Restar 6 menos 1 para obtener el tiempo transcurrido.

$$\text{Tiempo transcurrido} = (\text{T terminado} - \text{T inicio}).$$

10. Calcular el tiempo normal multiplicando el tiempo observado por la calificación.

$$\text{TN} = (\text{TO} * \text{CALIF})$$

11. Sumar todos los tiempos observados y los tiempos normales para cada elemento.

Encontrar el tiempo normal promedio.

12. Sumar todos los TO (tiempo observado) totales para obtener el tiempo efectivo.
13. Sumar todos los elementos extraños para obtener el tiempo no efectivo.
14. Sumar 8, 12 y 13 para obtener el tiempo registrado total.

Tiempo registrado total = (TV + TE + TnoE).
15. Restar 9 menos 14 para obtener el tiempo no contado. Usar el valor absoluto. (la diferencia puede ser negativa o positiva, y se desean números positivos).
16. Dividir 15 entre 9 para obtener el error porcentual de registro. Se espera que este valor sea menor a 2%.

1.2 Registro y Análisis del Proceso

Con el registro y análisis de los procesos se trata de eliminar las principales deficiencias en ellos y además lograr la mejor distribución posible de la maquinaria y área de trabajo dentro de la planta permitiendo ser más eficiente e incrementar su producción y la calidad del producto o servicio.




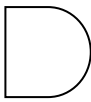


Con este propósito se valdrá de dos tipos de diagramas los cuales son:

- Diagrama de procesos.
- Diagrama de flujo o circulación.
- Diagrama de recorrido
- Diagrama hombre-máquina.

1.2.1 Diagrama de Proceso

Esta herramienta de análisis es una representación de los pasos que sigue en una secuencia de actividades que constituye un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante un símbolo de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Esta consta en el cuadro N° 1.2 de la siguiente manera:

Cuadro N° 1.2 Acciones Durante el Proceso

Actividad	Definición	Símbolo
Operación	Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo o se está preparando para otra operación, transporte, inspección o almacenaje.	
Transporte	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son movidos de un lugar a otro, excepto cuando tales movimientos forman parte de una operación o inspección.	
Inspección	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son examinados para su identificación o para comprobar y verificar la calidad o cantidad de cualesquiera de sus características.	
Demora	Ocurre cuando se interfiere en el flujo de un objeto o grupo de ellos. Con esto se retarda el siguiente paso planeado.	
Almacenaje	Ocurre cuando un objeto o grupo de ellos son retenidos y protegidos contra movimientos o usos no autorizados.	
Actividad Combinada	Cuando se desea indicar actividades conjuntas por el mismo operario en el mismo punto de trabajo, los símbolos empleados para dichas actividades (operación o inspección) se combinan con el círculo inscrito en el cuadro.	

FUENTE: García Criollo, Roberto. Estudio de trabajo. Ingeniería de Métodos, Editorial McGraw-Hill INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. Ediciones 1998. México.






REALIZADO POR: Tesista

1.2.2 Diagrama de Procesos de Flujo

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones de transporte, de inspección, de las demoras y almacenaje que se efectúa en un proceso o procedimiento. Este tipo de diagrama incluye la información que se considera adecuada para su análisis, como lo es el tiempo requerido y la distancia recorrida.

El diagrama de flujo muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquina, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al ensamble con el conjunto principal. Con fines analíticos consta en el **cuadro N° 1.3** de la siguiente clasificación:

Cuadro N° 1.3 Simbología a Emplearse

Actividad	Símbolo	Resultado predominante
Operación		Se produce o se realiza algo
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad de un producto
Demora		Se interfiere o se retrasa el paso siguiente
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales

FUENTE:García Criollo, Roberto. Estudio de trabajo. Ingeniería de Métodos, Editorial McGraw-Hill INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V. Ediciones 1998. México.

REALIZO POR: Tesista

1.2.3 Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido se utiliza para complementar al análisis del proceso, se traza tomando como base un plano a escala de la fábrica, a veces esta información es útil para desarrollar un nuevo método, pues mediante este podemos observar u obtener información: como. Existencia de suficiente espacio, que distancia de transporte puede acortarse y visualizar aéreas de almacenaje, estaciones de inspección y los puntos de trabajo.

1.2.4 Diagramas de Procesos Hombre-Máquina

Este diagrama es la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, y que permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, conocer el tiempo usado por los hombres y el utilizado por las máquinas.

1.2.4.1 Tiempo Estándar

Hodson William (2009), manifiesta que:

Según la Norma ANSI STANDARD Z94.0-1982, se define el tiempo estándar como: El valor de una unidad de tiempo para la realización de una tarea, como lo determina la aplicación apropiada de las técnicas de medición de trabajo efectuada por personal calificado.

Por lo general se establece aplicando las tolerancias apropiadas al tiempo normal."

$$TE = TN + TN * HOLGURA$$

- TE = tiempo estándar
- TN = tiempo normal
- Holgura = % de adiciones o suplementos

Se toma en cuenta un operario calificado en realizar una determinada tarea, el cual debe tener conocimientos de los procesos, métodos y productos, eliminando las necesidades de rehacer o desechar un trabajo y suprimiendo los retrasos para la satisfacción de necesidades.

1.2.4.2 *Tiempo Normal*

Hodson William (2009), manifiesta:

El tiempo normal es "el tiempo que requiere un operario calificado para realizar una tarea, a un ritmo normal, para completar un elemento, ciclo u operación usando un método prescrito".

$$1) \text{ TN} = \text{TO} * \text{C} / 100$$

Entonces:

- TN = tiempo normal.
- TO = tiempo observado.
- C = calificación del desempeño del operario expresado en porcentaje.

1.2.4.3 *Tolerancias*

Hodson William (2009), manifiesta que:

La tolerancia es "el valor o porcentaje de tiempo mediante el cual se aumenta el tiempo normal, para la cantidad de tiempo improductivo aplicada, para compensar las causas justificables o los requerimientos de normas generales que necesita un tiempo de desempeño que no se mide en forma directa para cada elemento o tarea".

Es un aspecto muy controvertido, debido a que depende de los elementos, no son negociables con los trabajadores y si son poco realistas puede invalidar el tiempo estándar. Lo ideal es obtener los datos que se registran en la empresa en aspectos como necesidades personales, fatiga, demoras, etc. Existen clasificaciones principales de tolerancias, a saber:

Necesidades personales: todas las necesidades son consideradas en el estudio para no levantar falsa o errónea información poniendo en riesgo las exactitudes del estudio para lo cual se considera como necesidades personales el tomar agua, usar servicios sanitarios, etc. Se recomienda emplear 5 %, que equivale a 24 minutos en una jornada de 8 horas.

Fatiga: este tipo de contratiempos se genera en toda empresa que corresponde a disminución de la capacidad de ejecución de un trabajo por causas físicas y psicológicas, producidos por factores como cantidad de luz, temperatura, humedad, ruido, salud, edad, dieta, etc.

En general se recomienda 4 % sobre el tiempo normal, sin embargo puede pasar de valores que van desde 2 % (estar de pie) a 22 % (empleo de fuerza muscular al levantar 60 libras).

Demoras evitables: estas demoras se encuentran fuera las anteriores ya que no son fallas humanas estas se originan por interrupciones, irregularidad de materiales, interferencias de máquinas, etc. Estos se calculan por muestreo de trabajo.

Demoras inevitables: estas se producen a causa de actividades que no tiene nada de relación laboral con los empleados estos se presentan como visitas a otros empleados por parte de familiares, ociosidad, fumar o comer en horas de trabajo, etc.

Extraordinarias: situaciones especiales en las que el operario tiene que interrumpir sus actividades debido a la presencia de causas inesperadas en su vida intrafamiliar el cual altera su estabilidad emocional laborar que como consecuencia es el ausentismo en su horario laboral o por accidentes que se ocasionaron el su lugar de trabajo.

1.3 Balances de Líneas

HODSON, William, (2009), expresa:

El Balanceo de líneas consiste en la agrupación de las actividades secuenciales en los centros de trabajo, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y equipo y de esa forma reducir o eliminar el tiempo ocioso, el libro Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, por

El problema de determinar el número ideal de operadores que se deben asignar a una línea de producción es análogo al que se presenta cuando se desea calcular el número de operadores que se deben asignar a una estación de trabajo; el diagrama de procesos de grupo resuelve ambos problemas que serán considerados de vital importancia para cada proceso productivo o de servicio.

Quizá la situación de balanceo de línea más elemental, que se encuentra muy a menudo, es uno en el que varios operadores, cada uno de los cuales lleva a cabo operaciones consecutivas, trabajan como si fueran uno solo. En dicha situación, la velocidad de producción depende del operador más lento. Aquellos operadores

que, a causa del trabajo más lento, tienen que esperar cierto tiempo, casi nunca darán la impresión de esperar, porque ellos a su vez reducirán el tiempo de sus movimientos, hasta llenar el número de minutos estándar, que les concede el operador más lento.

La eficiencia de la línea puede calcularse como la relación entre la cantidad de minutos reales y el total de minutos estándares permitidos, es decir

$$2) E = \frac{\sum_1^n SM}{\sum_1^n AM} * 100$$

Dónde:

- E = Eficiencia
- SM = Minutos estándar por operación
- AM = Minutos estándar permitidos por operación

El número de operadores necesarios para fijar la velocidad de producción requerida puede calcularse mediante.

$$3) N = R * \sum AM = R * \frac{\sum SM}{E}$$

Dónde:

- N = Número de operadores necesarios en la línea
- R = Velocidad de producción que se desea

Para identificar la operación más lenta, dividimos el número estimado de operadores, entre los minutos estándar asignados a cada una de las operaciones.

$$4) \frac{\text{Trabajadores} * 60\text{minutos}}{\text{minutos estandar}} = \text{piezas} / \text{dia}$$

El, analista posteriormente, calcula el ritmo de producción mediante el uso de la expresión.

$$5) \text{ Producción diaria} = \frac{\text{minutos} / \text{dias trabajados}}{\text{tiempo del ciclo del sistema} (\text{minutos} / \text{unidad})}$$

1.4 Estudio de Movimientos

Roberto García criollo (2009) manifiesta:

El estudio de movimientos aplica el análisis cuidadoso de los movimientos corporales que se emplean al realizar una tarea. Su propósito es eliminar o reducir movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los movimientos eficientes. A través del estudio de los movimientos en conjunto con los principios de la economía de movimientos, el trabajo puede diseñarse para que incremente su eficiencia y genere un elevado índice de producción.

Para lograr este propósito es preciso dividir un trabajo en todos sus elementos básicos y analizar cada uno de ellos tratando de eliminar o, si esto no es posible. De Simplificar sus movimientos. En otras palabras se trata de buscar un método de trabajo que se fácil y económico. Para llevar a cabo este estudio de movimientos se dispone de las siguientes técnicas: el diagrama bimanual, el análisis de movimientos básicos y los principios de la economía de movimientos.

1.4.1 Diagrama Bimanual

El diagrama muestra todos los movimientos por la mano izquierda y por la mano derecha y la relación que existe entre ellos. El diagrama bimanual sirve principalmente para estudiar operaciones repetitivas, en cuyo caso registra un solo ciclo completo de trabajo.

Para representar las actividades se emplea los mismos símbolos que se utilizan en los diagramas de proceso, pero se les atribuye un sentido ligeramente distinto para que abarquen más detalles en cada uno de los movimientos que el operario realiza o ejecuta para la elaboración de cada elemento que conforma el producto o servicio.

Este diagrama es también llamado diagrama de proceso del operario por lo general no es práctico hacer un estudio detallado del proceso bimanual a menos que se trate de una operación manual muy repetitiva. Por medio de este análisis es posible identificar los patrones de movimiento ineficientes y se puede observar con facilidad las violaciones de los principios de la economía de movimientos.

1.4.1.1 Guía para la Construcción de Diagrama Bimanual

En la parte del diseño del diagrama debe incluir el espacio para la información habitual; un espacio adecuado para el croquis del lugar de trabajo y la información que se considera necesaria, tal como número del parte, número del plano, descripción de la operación o proceso, fecha de elaboración, nombre de la persona que lo elabora. También se debe considerar espacio para los movimientos de ambas manos y para un resumen de movimientos y análisis del tiempo improductivo.

Cuando se elaboran diagramas es conveniente tener presente estas observaciones:

1. Estudiar el ciclo de las operaciones varias veces antes de comenzar las anotaciones.
2. Registrar una sola mano cada vez.
3. Registrar unos pocos símbolos cada vez.
4. El momento de coger o asir otra pieza al comienzo de un ciclo de trabajo se presta para iniciar las anotaciones.

Conviene empezar por la mano que coge la pieza primero o por la que ejecuta más trabajo. Es necesario fijar el mismo punto exacto de partida que se elija, ya que al completar el ciclo se llegara nuevamente allí, pero debe fijarse con claridad. Luego se añade en la segunda columna la clase de trabajo que realiza la segunda mano.

5. Registra las acciones en el mismo reglón cuando se realizan al mismo tiempo.
6. Las acciones que tienen lugar sucesivamente deben registrarse en reglones distintos es necesario verificar si en el diagrama la sincronización entre las dos manos corresponde a la realidad.
7. Procure registrar todo lo que hace el operador y evítese combinar las operaciones con transportes o colocaciones, a no ser que ocurran al mismo tiempo.

1.4.2 Principio de la Economía de Movimientos

Roberto García criollo (2009) manifiesta:

Además de la división básica de los movimientos, existen principios de economía de movimientos, los cuales fueron creados desarrollados por Gilbreth y completados por Ralph Barnes. Estas leyes son aplicables a cualquier tipo de trabajo, pero se agrupan en tres subdivisiones básicas:

- Aplicación y uso del cuerpo humano.
- Arreglo del área de trabajo.
- Diseño de herramientas y equipo.

1.4.2.1 Aplicación y Uso del Cuerpo Humano

Las dos manos deben empezar y terminar sus movimientos al mismo tiempo, y no deben estar simultáneamente ociosas, excepto en periodos de descanso. Los movimientos de los brazos deben hacerse de manera simultánea en direcciones opuestas y simétricas.

Los movimientos de las manos deben ser confiados a su rango más bajo, pero sin perjudicar la eficiencia del trabajo realizado. El trabajador debe aprovechar, en cuanto sea posible, el impulso que pudiera traer el material sobre el que trabaja y evitar comunicárselo o retirárselo con esfuerzo muscular propio.

Se deben preferir los movimientos suaves y continuos de las manos, nunca en zigzag o en líneas rectas con cambios bruscos de dirección. Los movimientos libres son más fáciles, rápidos y precisos que los rígidos, fijos o controlados. El ritmo es esencial para realizar una operación manual de manera suave y automática procurando, en cuanto sea posible, adquirirlo en forma natural y fácil.

1.4.2.2 Arreglo del Área de Trabajo

Es imprescindible que se cuente con un lugar fijo y determinado para todas las herramientas materiales y controles, los cuales deben estar colocados enfrente del operador y lo más cerca posible. Además, siempre que sea posible, el material terminado debe retirarse usando la fuerza de gravedad.

Los materiales y las herramientas deben colocarse de manera que permitan una sucesión continua de movimientos y no limiten cada uno de los movimientos que realiza en la actividad permitiendo un buen desarrollo del estudio el cual ser realizara sin contratiempos y arrojará datos eficiente.

Deben tomarse medidas para asegurar adecuadas condiciones de visión. La buena iluminación es el primer requisito para lograr una percepción visual satisfactoria. Igualmente, la altura del banco de trabajo y la silla deben adecuarse para alternar fácilmente el trabajo parado o sentado. Por tanto, debe proveerse a cada empleado con una silla cuyo tipo y altura permitan una correcta postura

1.4.2.3 Diseño de Herramientas y Equipo

Siempre que sea posible, deben usarse guías, sostenes o pedales para que las manos realicen más trabajo productivo. También se debe procurar que dos o más herramientas se combinen en una y que junto con los materiales queden en posición previa a su uso.

En un trabajo tal como el de escribir a máquina, en que cada dedo desarrolla un movimiento específico, la carga deberá ser distribuida de acuerdo a la capacidad inherente a cada uno. Los mangos como los usados en desarmadores grandes y manivelas, deben diseñarse para permitir que la mano entre en contacto lo más

que sea posible con la superficie. Esto es importante cuando al usarlo se ejerce fuerza.

Por otro lado, las palancas, los travesaños y manivelas, deben colocarse en tal posición, que permita manejarlas con el menor cambio de postura del cuerpo y con la mayor ventaja mecánica y no limiten las habilidades y destrezas de cada operario siendo de esta manera más eficientes y controlados.

1.4.3 Las Cinco Clases Generales de Movimientos

Debe considerarse que, para lograr el máximo aprovechamiento del lugar de trabajo, es importante que los movimientos efectuados por el operario sean los que menos lo fatigan. Por lo tanto, es conveniente relacionar las zonas de trabajos normales y máximos con las siguientes clases de movimientos:

1. Movimientos en los que solo se emplean los dedos de la mano.
2. Movimientos en los que solo se emplean los dedos y la muñeca.
3. Movimientos en los que solo se emplean los dedos, la muñeca y el antebrazo.
4. Movimientos en los que solo se emplean los dedos, la muñeca, el antebrazo y el brazo.
5. Movimientos en los que solo se emplean los dedos, la muñeca, el antebrazo, el brazo y el cuerpo.

1.4.3.1 Movimientos Básicos.

Los Gilbreth concluyeron que todo trabajo ya sea productivo o no se realizan mediante el uso de 17 movimientos básicos llamados “therbligs” estos pueden ser eficientes e ineficientes, los primeros estimulan el progreso del trabajo y pueden ser acortados pero no se pueden eliminar por completo, los therbligs ineficientes no representan un avance en el proceso de trabajo y deben eliminarse aplicando la economía de movimientos.

Las diecisiete divisiones básicas pueden clasificarse en therbligs eficientes (o efectivos) y en ineficientes (o inefectivos). Los primeros son aquellos que contribuyen directamente al avance o desarrollo del trabajo. Los therbligs de la segunda categoría no hacen avanzar el trabajo y deben ser eliminados aplicando los principios del análisis de la operación y del estudio de movimientos. Una clasificación adicional divide a los elementos de trabajo en físicos, semimentales o mentales, objetivos y de retraso. Idealmente, un centro de trabajo debe contener sólo therbligs físicos y objetivos.

- **Mentales o Semimentales:** buscar, seleccionar, posicionar, inspeccionar y planear.

- **Retardos:** retraso evitable, retraso inevitable, descansar y Parar.

- **De Naturaleza física o muscular:** alcanzar, mover, liberar, sujetar o tomar y Preposicionar.

- **De Naturaleza objetiva o concreta:** utilizar, ensamblar y desensamblar.

A continuación se presentan el **cuadro N° 1.4** de los therbligs Eficientes y el **cuadro N° 1.5** de los therbligs Ineficientes que ayudara para la investigación de movimientos que realiza el cuerpo en la fabricación de productos:

Cuadro N° 1.4 Therbligs Eficientes Realizados por un Trabajador

Therbligs	Símbolo	Descripción
Alcanzar	RE	“Mover” la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por “Liberar” y seguido por “Sujetar”
Mover	M	“Mover” la mano cargado; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar” o “Posicionar”
Sujetar o tomar	G	“Cerrar” los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control; depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por “Alcanzar” y seguido por “Mover”
Liberar	RL	“Soltar” el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs.
Preposicionar	PP	“Posicionar” un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior, por lo general ocurre en conjunto con “Mover”, como cuando se orienta una pluma para escribir.
Utilizar	U	“Manipular” una herramienta para el uso para el que fue diseñado; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo.
Ensamblar	A	“Unir” dos partes que embonan; por lo general es precedido por “Posicionar” o “Mover” y seguido por “Liberar”
Desensamblar	DA	Es lo opuesto a “Ensamblar”, pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar”

FUENTE: Niebel – Benjamin. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del trabajo Editorial McGAN-HILL INTERAMERICA EDITORES, S.A. de C.V. Duodecima edición 2009. Mexico.

REALIZADO POR: Tesista

Cuadro N° 1.5 Therbligs Ineficientes que son Realizados por el Trabajador

Therbligs	Símbolo	Descripción
Buscar	S	Es la parte del ciclo durante la cual los ojos o las manos tratan de encontrar un objeto. Comienza en el instante en que los ojos se dirigen o se mueven en un intento de localizar un objeto.
Seleccionar	SE	“Seleccionar” Este es el therblig que se efectúa cuando el operario tiene que escoger una pieza entre dos o más semejantes.
Posicionar	P	“Orientar” un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por “Mover” y seguido por “Liberar”. (en oposición a durante en Preposicionar)
Inspeccionar	I	“Comparar” un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podrían ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	“Pausar” para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que procede a “Mover”
Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo, toser
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

FUENTE: Niebel – Benjamin. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del trabajo Editorial McGAN-HILL INTERAMERICA EDITORES, S.A. de C.V. Duodécima edición 2009. Mexico.

REALIZADO POR: Tesista

1.4.4 Plan de Producción

El plan de operaciones es desarrollado para cumplir con las actividades de la empresa es decir, que es lo que se va hacer para que el cliente obtenga el producto, se presente información de fabricación del producto o como se proporciona el servicio, describiendo las instalaciones, el personal y los recursos a utilizarse.

1.4.5 Plan de Compra

La actividad e compras deben considerar los requerimientos que exige la producción en materia de componentes, suministros, materias primas y suministros destinados de manera directa a la manufactura.

La planificación de compras implica programar las siguientes funciones.

- Selección de proveedores.
- Características técnicas de materiales.
- Análisis de costes de estos.
- Gestión de existencia.
- Proveedores alternativos.
- Equilibrio entre las compras y las existencias.

1.4.6 Producto

Es el bien o servicio que se oferta, considerando los siguientes factores que influyen en las oportunidades ofrecidas por el mercado:

- Cambios económicos.
- Cambios demográficos y sociológicos.
- Cambios tecnológicos.
- Cambios políticos y legales.

1.4.6.1 Proceso de Fabricación

Se describe detalladamente el proceso de fabricación de los diferentes productos o servicios. Indicando los elementos materiales necesarios como los tiempos previstos para cada fase y el tiempo total de producción.

“Un proceso es cualquier parte de la organización que recibe insumos y los transforma en productos o servicios, mismo que se esperan sean de mayor valor para la organización que los insumos originales.

1.4.6.2 Documentos para la Producción

Plano de montaje: visión del despiece del producto, generalmente basado en un dibujo tridimensional o isométrico.

Diagrama de montaje: forma esquemática de identificar la forma en la que los componentes aparecen en los submontajes y en definitiva el producto terminado.

Hoja de ruta: enumeración de las operaciones necesarias para producir un componente con el material especificado en la lista de materiales.

Orden de trabajo: instrucción para realizar una cantidad dada de un artículo determinado, normalmente dentro de una programación concreta.

Notificación de cambios de ingeniería: corrección de algunos de los aspectos de la definición de productos o de la documentación, tal como el plano de ingeniería o una lista de materiales.

1.4.6.3 Distribución en planta

El incremento de la productividad no es una misión sencilla y rápida sino que requiere de la optimización de los recursos disponibles mediante el empleo de herramientas o técnicas probadas en el transcurso del desarrollo febril. Por ello, podemos utilizar la simplificación del trabajo, la planeación sistemática de distribución de planta y aprovechar el espacio horizontal y vertical de la fábrica, taller, almacén, u oficina. Colocando de acuerdo al proceso y necesidad la maquinaria e incorporar las limitaciones que afecten el diseño de planta.

La síntesis, distribución de planta es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinaria, equipo, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra directa, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes.

1.4.6.3.1 Objetivo de la distribución de planta

El objetivo de una distribución en planta bien planeada e instalada es reducir el costo de fabricación como resultado de las mejoras. Reducción de riesgos para la salud, incremento de la seguridad y aumento de la moral y satisfacción del trabajo.

Disminución de retrasos en la producción, optimización del empleo del espacio para las distintas áreas, reducción del manejo de materiales y maximización de la utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios.

También la reducción del material en proceso, la implantación de una supervisión más fácil y eficaz, la disminución del congestionamiento de materiales, la disminución de su riesgo y al aumento de calidad así como una mayor facilidad de ajuste a los cambios requeridos.

1.4.6.3.2 Objetivos específicos de la distribución de planta

“En general los métodos que llegan a determinar la distribución son los siguientes:

- Especificación de los objetivos y criterios correspondientes que se utilizara para evaluar el diseño.

- Estimación de la demanda del producto o servicio del sistema.

- Requerimiento de procesamiento en términos del número de operaciones y de la magnitud del flujo entre los elementos de la distribución.

- Requerimiento de espacios para los elementos de la distribución.

- Disponibilidad del espacio dentro de la misma o, si se trata de una nueva instalación configuraciones posibles del edificio.

1.4.6.3.1 Tipos de distribuciones

La distribución de planta puede dividirse en cuatro grandes grupos.

Ubicación fija

Esta distribución se establece cuando hombre, materiales y equipo se llevan al lugar y allí la estructura final toma la forma de un producto acabado. Como ejemplo podemos mencionar el ensamblaje de barcos, aviones, etc. En estos casos el obrero se identifica mejor con su producto y se siente más responsable de su calidad.

Este tipo de distribución requiere de menos inversión en equipo y herramientas y la supervisión y control de producción son usualmente más fáciles. En cambio el aprendizaje es más caro, lo mismo que el almacenamiento y el transporte de materiales que además, son difíciles de controlar, la distribución de ubicación fija es, generalmente menos eficiente en el uso de la mano de obra que en las otras alternativas debido a que el obrero pierde mucho tiempo en localizar las herramientas y los materiales con los cuales trabajan.

Este tipo de distribución en planta es recomendable únicamente cuando el proceso no se puede realizar de otra forma por limitaciones técnicas: construcción, fabricación de elementos tremendamente voluminosos.

Fabricación por Proceso

Este tipo de distribución, que se adapta bien a la producción de un gran número de productos similares, está conformado por varios departamentos bien definidos, cada uno de los cuales está dedicado a una sola o a muy pocas tareas.

La distribución por proceso tiene ventajas e inconvenientes inherentes. Una de las mayores ventajas es su capacidad para adaptarse a una gran variedad de productos similares. Las máquinas de tipo general son menos caras que las preparadas para un producto determinado. La experiencia en un proceso particular permite tanto a operarios como a supervisores llegar a ser especialistas eficientes en esta área.

Los incentivos individuales pueden usarse para que el operador alcance la máxima productividad y los consiguientes beneficios para él y la compañía. Los equipos y máquinas de tipo general o uso múltiple permiten más fácilmente la eliminación del paro de producción. Así si una máquina se detiene, otra puede estar preparada para realizar el trabajo. Además, por lo general los costos de las máquinas son menores que en la distribución por producto

Línea de Producción

La distribución en planta adaptada para la producción en cadena reduce al mínimo el movimiento de las personas y de las máquinas y en los casos más desarrollados, el movimiento de materiales se realiza de forma automatizada.

En definitiva, se trata de una distribución en planta optimizada para grandes tiradas de producción con productos estandarizados. Sus limitaciones son la menor flexibilidad que la fabricación por proceso y la necesidad de mayores inversiones.

Célula de fabricación

Se trata de la evolución de la línea de fabricación en la que se busca la maximización de la utilización de la mano de obra.

Para ello, en vez de utilizar el concepto clásico en el que se tratar de igualar los tiempos de cada uno de los puestos de la cadena, se realiza una organización de las tareas que se centra en la utilización al 100% de cada uno de los puestos de trabajo y en la reducción de materiales en línea.

Es un sistema especialmente indicado para muy grandes tiradas, puesto que las células de fabricación son mono producto, como por ejemplo en la fabricación auxiliar del automóvil, n la producción de productos de consumo.

Se trata de un sistema de organización en planta especialmente para grandes tiradas de pocos modelos de productos.

1.5 Productividad

BAIN, David. (1990), manifiesta:

El grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. En este caso, el objetivo es la fabricación de artículos a un menor costo a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción: materiales, hombres y maquinas.

Elementos sobre los cuales la acción del ingeniero industrial debe enfocar sus esfuerzos para aumentar los índices de productividad actual y, en esa forma reducir los costos de producción.

1.5.1 Importancia de la productividad

Es importante incrementar la productividad porque esta provoca una “reacción en cadena” en el interior de la empresa, fenómeno que se traduce en una mejor

calidad de los productos, menores precios, estabilidad del empleo, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo.

1.5.2 Tipos de Proceso Productivo.

Producción lineal.

Este proceso se caracteriza porque se diseña para producir un determinado bien o servicio en series de producción muy largas; el tipo de la maquinaria, así como la cantidad de la misma y su distribución se realiza en base a un producto definido. Este proceso ya tiene definido el tiraje de producción al inicio de las mismas se aceptan pocas variantes. La propia naturaleza del producto hace que este se vaya ensamblando en sucesivas etapas que convergen hacia un tronco principal: la línea de montaje final. Se configuran así verdaderas redes en las que cada punto de unión es alimentado por algunos o muchos componentes, dando lugar a una estructura con tiempos asociados.

Producción en serie.

La fabricación en serie es la producción de bienes en grandes cantidades utilizando diseños estandarizados para que sean todos iguales. Habitualmente se emplean técnicas de cadenas de montaje. Una cadena o tren de montaje es un sistema en el que el producto es fabricado según un proceso que se desarrolla paso a paso, a medida que éste va avanzando constantemente entre un conjunto de obreros y máquinas. Este sistema, que Henry Ford incorporó por primera vez de forma masiva a la producción industrial, es uno de los conceptos de productividad más poderoso de la historia. Fue en gran medida responsable del surgimiento y la expansión del sistema industrializado y basado en el consumo existente en la actualidad. En la imagen, final de la cadena de la factoría Ford.

Producción por lote.

Es el sistema de producción que usan las empresas que producen una cantidad limitada de un producto cada vez, al aumentar las cantidades más allá de las pocas que se fabrican al iniciar la compañía, el trabajo puede realizarse de esta manera. Esa cantidad limitada se denomina lote de producción. Estos métodos requieren que el trabajo relacionado con cualquier producto se divida en partes u operaciones. Cada operación que determinada para el lote completo antes de emprender la siguiente operación. Esta técnica es tal vez el tipo de producción más común. Su aplicación permite cierto grado de especialización de la mano de obra, y la inversión de capital se mantiene baja, aunque es considerable la organización y la planeación que se requieren para librarse del tiempo de inactividad o pérdida de tiempo.

Producción por pedido.

Es el utilizado por la empresa que produce solamente después de haber recibido un encargo o pedido de sus productos. Sólo después del contrato o encargo de un determinado producto, la empresa lo elabora. En primer lugar, el producto se ofrece al mercado. Cuando se recibe el pedido, el plan ofrecido para la cotización del cliente es utilizado para hacer un análisis más detallado del trabajo que se realizará.

Este análisis del trabajo involucra:

- 1) Una lista de todos los materiales necesarios para hacer el trabajo encomendado.
- 2) Una relación completa del trabajo a realizar, dividido en número de horas para cada tipo de trabajo especializado.

- 3) Un plan detallado de secuencia cronológica, que indique cuando deberá trabajar cada tipo de mano de obra y cuándo cada tipo de material deberá estar disponible para poder ser utilizado.

El caso más simple de producción bajo pedido es el del taller o de la producción unitaria. Es el sistema en el cual la producción se hace por unidades o cantidades pequeña, cada producto a su tiempo lo cual se modifica a medida que se realiza el trabajo. -, a menos que la fuerza de trabajo y otros recursos se dispersen al término de cada trabajo.

1.5.3 Eficacia y Eficiencia

Desde un punto de vista sistémico se sabe que para que una empresa trabaje bien todas sus áreas y su personal, sin importar sus jerarquías, deben funcionar adecuadamente. Pues la productividad es el punto final del esfuerzo y combinación de todos los recursos humanos, materiales y financieros que integran una empresa.

Eficacia.- implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidades, calidad percibida o ambos. La eficiencia se logra cuándo se obtiene un resultado deseado con el mínimo de insumo; es decir se genera cantidad y calidad y se incrementa la productividad.

Eficiencia.- es la capacidad disponible en horas-hombre y horas-máquinas para lograr la productividad y se obtiene según los turnos que trabajaron en el tiempo correspondiente.

CAPITULO II

2. REPRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

2.1 Objetivos:

2.1.1 Objetivo general:

- Analizar e interpretar los datos de los tiempos medidos y las entrevistas realizadas y en base a estos resultados realizar una representación gráfica de los datos que permitan presentar la situación actual de la empresa Industria Metálica Cotopaxi.

2.1.2 Objetivos específicos:

- Analizar el proceso productivo y sus actividades en la fabricación de Hornos rotativos.
- Representar los datos de los tiempos muertos en diagramas de flujo de proceso, hombre-máquina.
- Analizar el recorrido del proceso productivo
- Representar los movimientos que realiza el cuerpo humano en el proceso de Hornos rotativos.
- Analizar la distribución de planta actual del proceso productivo.

2.1.3 Caracterización de la Institución

2.1.4 Razón social

La empresa esta denominada como pequeña Industria metalmecánica con una línea de producción de mueblería metálica, incluyendo a su línea de procesos de fabricación de maquinaria industrial ganado posición en el sector de la panadería con su marca exitosa “HORNIPAN” conociéndosela con el nombre de “INDUSTRIA METALICA COTOPAXI” la que está ubicada en la provincia de Cotopaxi ciudad de Latacunga.

2.1.5 Actividad

Las actividades de la empresa esta relacionadas con la fabricación y comercialización de equipos industriales para panadería y la fabricación de carpintería metálica en la que con cada uno de sus procesos han ido cambiando constantemente buscando la mejora continua y la satisfacción de sus clientes los que han demostrado ser muy competitivos a nivel nacional.

2.1.6 Constitución Jurídica

Su constitución nace de un sueño de ser una empresa emprendedora y llegar a generar fuentes de trabajo en la provincia de Cotopaxi, ciudad Latacunga, empezando como un pequeño taller conformado por una sola persona esta empresa inicia su actividad económica y se constituida jurídicamente el 01 de noviembre de 1983 iniciando con su único socio hasta la actualidad.

2.2 Reseña Histórica

INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI es una empresa industrial del área metalmeccánica, que emprende su actividad comercial y empieza sus operaciones fabricando carpintería metálica en 1983 fundada por el Sr. Aníbal Culqui, ubicada en el Barrio San Silvestre vía al Aeropuerto de Latacunga.

Durante su historia se ha dedicado a la elaboración y comercialización de carpintería metálica, paneles prensados, cocinas industriales y equipos industriales de panadería que buscando dar una respuesta al desarrollo y calidad de sus productos incrementa en su línea de producción máquinas de última generación con el fin de incrementar su producción pero sin mermar la calidad del producto.

Hasta la actualidad **INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI** a enfrentando de forma ágil y creativa a las necesidades de sus clientes, en el ámbito provincial y nacional. Aplicando y mejorando siempre sus estándares de calidad y cumpliendo las más estrictas normas en calidad del producto, que le permiten hasta la fecha mantener la competitividad en el mercado nacional.

2.3 Visión de la Empresa

“Ser la empresa líder en la fabricación y comercialización de productos industriales a nivel nacional, convirtiéndonos en la mejor opción para nuestros clientes”

2.4 Misión de la Empresa

“INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos industriales a nivel nacional, a través de la utilización de maquinaria de punta, mano de obra calificada y la utilización de insumos de calidad; aplicando una filosofía empresarial de mejoramiento continuo sustentada en su liderazgo, innovación y conducta ética

2.5 Política de Seguridad y Salud Ocupacional

INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI, es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de Equipos para la panificación industrial, Láminas prensadas, y cerrajería en general, entre otros productos. La gerencia tiene el compromiso de proteger al trabajador, designando los recursos económicos, materiales y de talento humano para prevenir los accidentes y enfermedades profesionales, minimizando de esta manera los riesgos y peligros presentes en los diferentes procesos de trabajo, sobre todo se compromete a cumplir con las normativas y leyes vigentes en seguridad y salud ocupacional.

Dentro de sus actividades de prevención se encuentran además la protección del medio ambiente, adoptando medidas que precautelen el entorno natural mediante la aplicación de técnicas y metodologías adecuadas en el tratamiento de desechos sólidos, efluentes, etc. De tal manera que la empresa se encuentre en óptimas condiciones de salubridad y seguridad precautelando la integridad de propios y extraños.

El mejoramiento continuo es parte integral de la empresa por lo que los productos elaborados salen al mercado con un alto grado de calidad, permitiendo competir eficaz y eficientemente en el mercado nacional e internacional.

2.6 Objetivos de la Empresa

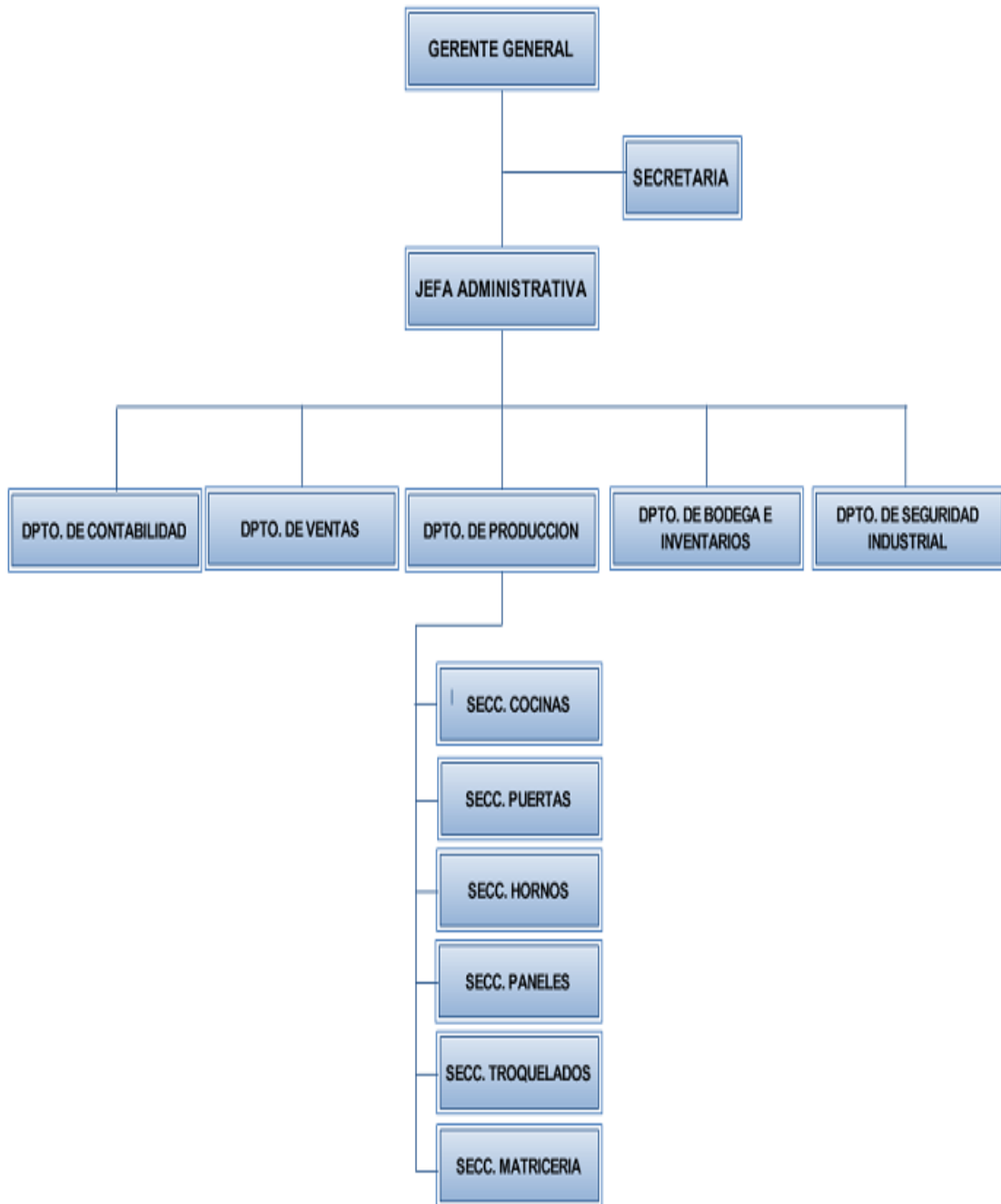
- Lograr estándares altos de calidad.
- Satisfacer la demanda de producto en el mercado nacional.
- Tener un reconocimiento del producto a nivel nacional.

- Ser una de las Industrias más exitosas a nivel provincial y nacional.
- Obtener un reconocimiento en producción.
- Optimizar los tiempos de producción.
- Obtener costos más bajos con relación a la competencia.
- Ser pioneros en tecnología de última generación.
- La satisfacción de los posibles clientes.
- Mejorar sus líneas de producción y mano de obra.

2.7 Estructura Organizacional

La empresa tiene una organización jerárquica en la cual se relaciona cada uno de los departamentos para la producción de cada producto que la empresa fabrica cada una de ellas tomara las decisiones adecuadas pero sobre todo ideales para la mejora continua que en el futuro demuestre una administración eficiente a continuación de acuerdo al organigrama se representa de la siguiente manera y de una distribución necesaria para la empresa.

Gráfico N° 2.1 Organigrama Estructural “Industria Metálica Cotopaxi”



FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

REALIZADO POR: Tesista.

2.8 Tipología Organizacional

La industria Metálica Cotopaxi posee una estructura organizacional vertical la cual tiene una línea de mando angosta y varios niveles jerárquicos. Donde las decisiones vienen desde gerencia a ejecutivos y supervisores, permitiendo conocer las unidades que la integran desde los departamentos administrativos, productivos, seguridad industrial y como se relacionan dentro de la empresa.

Esta estructura es fácilmente usada, aplicada y comprende en forma objetiva las jerarquías del personal ayudando a la mejora continua tanto a nivel administrativo, productivo y de seguridad industrial ya que cada departamento cumple de manera reglamentaria, eficiente y periódica cada una de sus funciones buscando la calidad del producto que ofrece la Industria Metálica Cotopaxi.

2.9 Población o Universo de Estudio

El investigador ha tomado como población inmersa a los trabajadores de la sección de hornos rotativos de la planta de la Industria Metálica Cotopaxi en el sector de Bellavista.

Cuadro N° 2.1 Muestra de la Población

PERSONAL	POBLACION	PORCENTAJES
Jefe de producción	1	4.34%
Supervisor de producción	1	4.34%
Bodeguero	1	4.34%
Personal de producción	20	86.95%
TOTAL	23	100%

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

REALIZADO POR: Tesista.

2.10 *Aplicación de Entrevista*

El objetivo de la entrevista es de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas, sobre las causas que interrumpen los tiempos y movimientos en la línea de producción de Hornos Rotativos.

La entrevista se aplicó a 3 personas estas son aquella que se encuentran inmersa en el proceso productivo desde que la materia prima virgen empieza su recorrido en la Línea de proceso hasta la entrega final del producto estas personas serán de gran ayuda para el trabajo de investigación: jefe de planta, jefe de producción, supervisor de producción (**ANEXO N° 1**).

Después de un análisis que dio el resultado de cada una de las entrevistas que fue aplicada al jefe planta, jefe de producción, supervisor de producción de acuerdo a la necesidad del trabajo de investigación ya que los entrevistados proveerán de información vital y de gran exigencia para el estudio. A continuación se expresa las entrevistas realizadas.

Cuadro N°2.2 Entrevista Aplicada al Jefe de Planta

PREGUNTA.	RESPUESTA
1. ¿Cree usted que la fabricación de hornos rotativos optimiza al máximo todos los tiempos y movimientos que existen en el mismo?	Se está optimizando el tiempo ya que actualmente se está midiendo por medio de tiempo de entrega por medio de orden de trabajo
2. ¿Cree que el actual sistema de producción es eficiente?	Se está mejorando ya que existe algunos tiempos muertos que se están corrigiendo para poder trabajar con mejoramiento continuo y control de calidad.
3. ¿Cuáles son las causas de los principales problemas que existen en la línea de proceso?	La falta de coordinación en lo que se refiere a piezas de matriceria para el ensamblé de los hornos cuando se encuentra en un 75% de procesó del horno.
4. ¿Cree usted que la estructura en su línea de proceso son adecuadas para optimizar los tiempos y movimientos?	Si porque se ha estado procesando de esta manera, y por existir demanda de producto, se está buscando la manera correcta para trabajar en línea y aumentar producción.
5. ¿Cree usted que existen tiempos muertos en la línea de proceso actual?	Si porque no se ha designado jefe de área y responsables directos en algunas líneas de proceso para mejorar los tiempos y control de producción.

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

REALIZADO POR: Tesista

Cuadro N° 2.3 Entrevista Aplicada al Jefe de producción

PREGUNTA.	RESPUESTA
1. ¿Cree usted que la fabricación de hornos rotativos optimiza al máximo todos los tiempos y movimientos que existen en el mismo?	No porque en realidad la planta no se encuentra distribuida correctamente.
2. ¿Cree que el actual sistema de producción es eficiente?	No existe solo llevamos un control humano con hojas de control.
3. ¿Cuáles son las causas de los principales problemas que existen en la línea de proceso?	La principal causa es la de no contar con la distribución de planta exclusiva para el área de Hornos.
4. ¿Cree usted que la estructura en su línea de proceso son adecuadas para optimizar los tiempos y movimientos?	La estructura en realidad si, solo falta una correcta distribución dentro de la planta.
5. ¿Cree usted que existen tiempos muertos en la línea de proceso actual?	En realidad si pero se está realizando mejoras

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

REALIZADO POR: Tesista

Cuadro N° 2.4 Entrevista Aplicada al supervisor

PREGUNTA.	RESPUESTA
1. ¿Cree usted que la fabricación de hornos rotativos optimiza al máximo todos los tiempos y movimientos que existen en el mismo?	Si de acuerdo a los procesos que está implantado en la fábrica, de acuerdo a la maquinaria donde esté ubicado.
2. ¿Cree que el actual sistema de producción es eficiente?	Si cuando nos dedicamos todo el personal a realizar los lotes de un producto, el sistema de producción es empírico.
3. ¿Cuáles son las causas de los principales problemas que existen en la línea de proceso?	Los problemas son por la variación de productos y no contamos con el personal para realizar las actividades emergentes, lo realizamos con el mismo personal.
4. ¿Cree usted que la estructura en su línea de proceso son adecuadas para optimizar los tiempos y movimientos?	No son adecuados porque la maquinaria no cumple con una línea de proceso, no están bien ubicados.
5. ¿Cree usted que existen tiempos muertos en la línea de proceso actual?	Si en el instante de trasladar la materia prima de máquina a máquina por la ubicación que no es planificada

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

REALIZADO POR: Tesista

La entrevista aplicada demuestra, que el estudio será de gran importancia que aportara buenas decisiones y el mejoramiento en el proceso productivo ya que con el mejoramiento se obtendrá un producto competitivo evitando gastos innecesarios y sobre todo el aprovechamiento de los recursos para obtener un producto competitivo en el mercado nacional.

2.11 Análisis e Interpretación de Observaciones

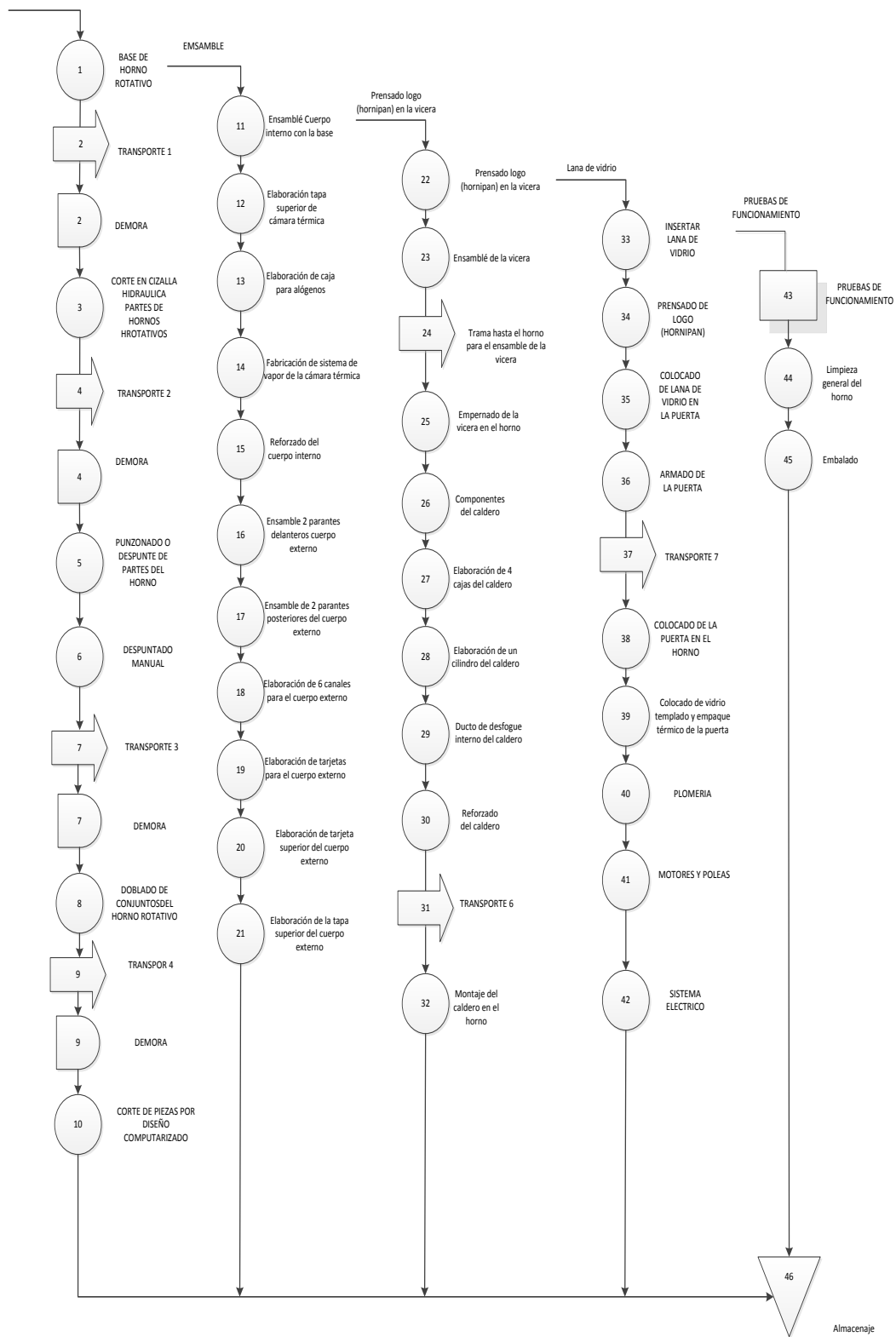
Industria Metálica Cotopaxi es una empresa que no tiene datos históricos de cada una de sus actividades y líneas productivas la cual se postula como la primera observación y el punto de inicio del estudio.

Como indicadores de referencia que se utilizaran para el estudio es la toma de tiempos de cada uno de las operaciones de la fabricación y ensamble de hornos rotativos. Determinando el tiempo por unidad de horno rotativo desde su inicio hasta su finalización, aplicando la técnica de cronometro en cada observación de esta manera se elaboró los siguientes diagramas que serán de vital importancia para el desarrollo del proyecto investigativo dando como resultado los siguientes cuadros.

- Diagrama de flujo de proceso.(**Ver Gráfico N° 3.1**)
- Diagrama de flujo de recorrido.(**Ver Gráfico N° 4.1**)
- Diagrama de actividades hombre-máquina.(**Ver Cuadro N° 2.7**)
- Estudio de movimientos en las diversas operaciones.(**Ver Cuadro N° 2.8**)

Grafico N° 3.1

Diagrama de flujo de proceso actual de Hornos Rotativos



FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

REALIZADO POR: Tesista

Cuadro N° 2.5 Análisis e Interpretación de Observaciones

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS DE INDUSTRIA METALICA COTOPAXI																				
RESUMEN						NRO.														
SIMBOLOS		PRESENTE																		
	NRO	TEM																		
○ OPERACIÓN	37	122,83																		
⇒ TRANSPORTE	7	317,00																		
□ INSPECCIÓN	1	200,00																		
◻ DEMORAS	7	317,00																		
▽ ALMACENAMIENTO	1	800,00																		
DISTANCIA RECORRIDA		41	456,0																	
						HOMBRE <input type="checkbox"/>	OMATERIAL <input type="checkbox"/>													
						TAREAS VARIAS														
						EL DIAGRAMA COMIENZA: BASE DEL HORNO ROTATIVO														
						EL DIAGRAMA FINALIZA: ALMACENAJE DE HORNO														
						REALIZADO POR:		FECHA:												
N°	DETALLE DEL METODO ACTUAL				MANUAL	AUTOMATICO	SIMBOLOS			DISTINTOS	CANTIDAD	TIEMPO EN SEGUNDOS	NOTAS	ELIMINAR	COMBINAR	SECUENCIA	PREFERENCIA	PERSONA	MEJORA	
1	Base de horno rotativo				x		○	⇒	□	◻	▽	2	1569,6				A			
2	Transporte 1				x		○	⇒	□	◻	▽	10	900				B			
3	Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Horno Rotativo.					x	○	⇒	□	◻	▽	2	800				C	B		
4	Transporte 2				x		○	⇒	□	◻	▽	10	600				D			
5	Punzonado o despuntado de partes del horno Rotativo en Punzonadora CNC				x		○	⇒	□	◻	▽	12	720				E	D		
6	Despuntado manual en láminas de 2 mm				x		○	⇒	□	◻	▽	15	480				F	E		
7	Transporte 3				x		○	⇒	□	◻	▽	10	600				G			
8	Doblado de conjuntos del Horno Rotativo.					x	○	⇒	□	◻	▽	20,8	1200				H	G		
9	Transporte 4				x		○	⇒	□	◻	▽	12	360				I			
10	Corte de piezas por diseño computarizado.					x	○	⇒	□	◻	▽	1	300				J	I		
11	Ensamble del cuerpo interno con la base				x		○	⇒	□	◻	▽	3	3726				L	J		
12	Elaboración de tapa superior de la cámara térmica				x		○	⇒	□	◻	▽	10	3633,6				M	L		
13	Elaboración de caja para alojamiento				x		○	⇒	□	◻	▽	1	800				N	M		
14	Fabricación del sistema de vapor de la cámara térmica				x		○	⇒	□	◻	▽	2,5	1584				O	N		
15	Reforzado del cuerpo interno				x		○	⇒	□	◻	▽	3	7830				P	O		
16	Ensamble de 2 parantes delanteros cuerpo externo				x		○	⇒	□	◻	▽	1	800				Q	P		
17	Ensamble de 2 parantes posteriores cuerpo externo				x		○	⇒	□	◻	▽	1	5400				R	Q		
18	Elaboración de 6 canales para el cuerpo externo				x		○	⇒	□	◻	▽	27,6	120				S	R		
19	Elaboración de tarjetas laterales cuerpo externo				x		○	⇒	□	◻	▽	27,6	3600				T	S		
20	Tarjeta delantera superior del cuerpo externo				x		○	⇒	□	◻	▽	20,8	216,4				U	T		
21	Tapa Superior externa				x		○	⇒	□	◻	▽	10	9000				V	U		
22	Prensado de logo (Homipán) en la visera					x	○	⇒	□	◻	▽	10	900				W	V		
23	Ensamble de la visera				x		○	⇒	□	◻	▽	1	3600				X	W		
24	Transporte 5				x		○	⇒	□	◻	▽	2	117				Y			
25	Colocado de la visera en el horno				x		○	⇒	□	◻	▽	5	1800				Z	Y		
26	Corte de componentes del caldero					x	○	⇒	□	◻	▽	27,6	1281				A1	Z		
27	Elaboración de 4 cajas del caldero				x		○	⇒	□	◻	▽	1	3600				B1	A1		
28	Elaboración de un cilindro del caldero					x	○	⇒	□	◻	▽	1	900				C1	B1		
29	Ducto de desfogue interno para el caldero				x		○	⇒	□	◻	▽	1	900				D1	C1		
30	Reforzado del caldero				x		○	⇒	□	◻	▽	1	10800				E1	D1		
31	Transporte 6				x		○	⇒	□	◻	▽	15	300				F1			
32	Montaje del caldero en el horno				x		○	⇒	□	◻	▽	1	3600				G1	F1		
33	Insertar material aislante (lana de vidrio)				x		○	⇒	□	◻	▽	10	3600				H1	G1		
34	Prensado del logo (Homipán) en la puerta					x	○	⇒	□	◻	▽	10	600				I1	H1		
35	Colocado de lana de vidrio en la puerta				x		○	⇒	□	◻	▽	10	3600				J1	I1		
36	Armadura de la puerta				x		○	⇒	□	◻	▽	5	3600				K1	J1		
37	Transporte 7				x		○	⇒	□	◻	▽	10	240				L1			
38	Colocado de la puerta en el horno				x		○	⇒	□	◻	▽	5	7200				M1	L1		
39	Colocado de empaque térmico y vidrio templado en la puerta				x		○	⇒	□	◻	▽	5	2700				N1	M1		
40	Plomería				x		○	⇒	□	◻	▽		3030				O1	N1		
41	Motores y poleas				x		○	⇒	□	◻	▽		16200				P1	O1		
42	sistema eléctrico				x		○	⇒	□	◻	▽	10	10800				Q1	P1		
43	Pruebas de funcionamiento				x		○	⇒	□	◻	▽		1200				R1	Q1		
44	Limpieza General del horno				x		○	⇒	□	◻	▽		1800				S1	R1		
45	Embalado				x		○	⇒	□	◻	▽		900				T1	S1		
46	Almacenamiento				x		○	⇒	□	◻	▽	108	1800				U1	T1		
											TIEMPO DE CICLO		129207,00	seg						
													2153,45	min						
													35,89	horas						
											NUMERO DE UNIDADES		1	unidades						
											TIEMPO POR UNIDAD		129207,00	seg/unid						

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

REALIZADO POR: Tesista.

Cuadro N° 2.6 Hombre Maquina

DIAGRAMA HOMBRE-MAQUINA				
RESUMEN	TIEMPO DEL CICLO			TABLA DE ACTIVIDADES MÚLTIPLES
	ACT	PROP	HORA	
HOMBRE	100846			OPERACIÓN: Fabricacion de Hornos Rotativos <input checked="" type="checkbox"/> METODO ACTUAL GRAFICADO POR: Tesista <input type="checkbox"/> PROPUESTO FECHA: TIEMPO EN: SEG
MAQUINA	40359			
ACTIVIDAD DE:				
TIEMPO	HOMBRE		MAQUINA	
	Base de Horno rotativo	1669,6	Espera	2469,6
	Transporte 1	900		
	Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Horno Rotativo.	1800	Trabajando	1800
	Transporte 2	600	Espera	600
	Punzonado o despuntado de partes del horno Rotativo en Punzonadora	720	Trabajando	720
	Despuntado manual en láminas de 2 mm	480		1080
	Transporte 3	600	Espera	
	Doblado de conjuntos del Horno Rotativo.	1200	Trabaja	1200
	Transporte 4	360	Espera	360
	Corte de piezas por diseño computarizado.	300	Trabajando	300
	Ensamble del cuerpo interno con la base	3726		9963,6
	Elaboración de tapa superior de la cámara térmica	3633,6	Espera	
	Elaboración de caja para alójenos	1020		
	Fabricación del sistema de vapor de la cámara térmica	1584		
	Reforzado del cuerpo interno	7830	Trabajando	7830
	Ensamble de 2 parantes delantero cuerpo externo	1020		19355,4
	Ensamble de 2 parentes posteriores cuerpo externo	5400		
	Elaboración de 6 canales para el cuerpo externo	120	Espera	
	Elaboración de Tarjetas laterales cuerpo externo	3600		
	Tarjeta delantera superior del cuerpo externo	215,4		
	Tapa superior externa	9000		
	Prensado del logo (HORNIPAN) en la visera	900	Trabajando	11328
	Ensamble de la visera	3600		5547
	Transporte 5	147	Espera	
	Colocado de la visera en el horno	1800		
	Corte de componentes del caldero	1281	Trabajando	1281
	elaboración de 4 cajas del caldero	3600	Trabajando	3600
	Elaboración de un cilindro del caldero	900	Trabajando	900
	Ducto de desfogue interno para el caldero	900	Espera	900
	Reforzado del caldero	10800	Trabajando	10800
	Transporte 6	300	Espera	3900
	Montaje del caldero en el horno	3600		
	Insertar material aislante (lana de vidrio)	3600	Espera	3600
	Prensado del logo (HORNIPAN) en la puerta	600	Trabajando	600
	Colocado de lana de vidrio en la puerta	3600		17340
	Armado de la puerta	3600		
	Transporte 7	240	Espera	
	Colocado de la puerta en el horno	7200		
	colocado de empaque térmico y vidrio templado en la puerta	2700		
	Plomería	3030	Espera	3030
	Motores y Poleas	16200	Espera	16200
	Sistema eléctrico	10800	Espera	10800
	Pruebas de funcionamiento	1200	Espera	1200
	Limpieza general del horno	1800	Espera	1800
	Embalado	900	Espera	900
	Almacenamiento	1800	Espera	1800

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

REALIZADO POR: Tesista.

2.11.1 Análisis de los datos obtenidos con la observación del diagrama de procesos de los Hornos Rotativos

Con los datos obtenidos de las observaciones realizadas en el diagrama de procesos tenemos que el tiempo de ciclo de todo el proceso productivo es de 12907.00 segundos, transformados en minutos tenemos 2153.45 minutos y pasando a horas tenemos 35.89 horas este tiempo de ciclo corresponde a una producción de 2 Hornos Rotativos.

Como podemos observar cada operación tiene cierta diferencia de tiempo una de la otra tomando en cuenta que en algunas se presentan ciertos inconvenientes en la estación de trabajo durante el proceso de Duración.

A continuación se describen todas las actividades en el proceso de Hornos Rotativos.

2.11.2 Proceso de corte

Actividad 1. Base del Horno Rotativo.

Se inicia con una plancha de acero laminado al caliente (LC) de 6 mm de espesor, esta tendrá un proceso de corte y trazado para después ensamblarse con un ángulo de $1\frac{1}{2} \times 1\frac{1}{4}$ y uno de $1\frac{1}{4} \times 3\frac{3}{16}$ estos serán el apoyo de la cámara interna del horno rotativo.

Actividad 2. Transporte (1), 4. Transporte (2), 7. Transporte (3), 9. Transporte (4), 24. Transporte (5), 31. Transporte (6), 37. Transporte (7)

El transporte conlleva tiempo ya que se debe mover manualmente y se demora por la distancia desde el punto de partida hasta el punto de llegado.

Actividad 3. Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Horno Rotativo.

La actividad que se describe es de vital importancia ya que a partir de este punto sale la materia prima lámina de acero inoxidable de 0.7, 1, 1.5, 2, 3 y 4 mm de espesor en diferentes medidas, aquí se cortan todas las partes que conformaran el cuerpo interno y el cuerpo externo y del caldero distribuyendo a cada uno de los puestos de trabajo para continuar el proceso establecido (**ver Anexo N° 4**)

2.11.2 Proceso de punzonado.

Actividad 5. Punzonado o despuntado de partes del horno Rotativo en Punzonadora CNC

En esta actividad el técnico diseña cada una de las partes del horno que necesitan ser despuntadas y tener una cualidad especial de acuerdo a la necesidad, aquí se procesara 24 láminas de 0,7 y 1,5 mm de espesor, desde este punto partirá a la siguiente estación de trabajo (**Ver Anexo N° 4**) aquí se procesa las siguientes partes.

- Laterales izquierdos y derechos cuerpo externo.
- Tapa superior externa.
- Tarjetas laterales, posteriores y superiores.
- Puerta y contra puerta del horno

Actividad 6. Despuntado manual en láminas de 2 mm

Aquí se traza en la lámina de 2 mm que conforma el cuerpo interno, se despunta las partes trazadas para que se pueda doblar las partes son las siguientes.

- Tapa superior interna.
- Laterales izquierdos y derechos del cuerpo interno.

2.11.3 Proceso de Doblado

Actividad 8. Doblado de conjuntos del Horno Rotativo.

La siguiente actividad inicia con el dobles de láminas de acero inoxidable para que tomen la forma de acuerdo a los planos técnicos aquí se doblara varios conjuntos 24 láminas de acero inoxidable para el cuerpo interno y externo, 24 láminas de acero para los parantes frontales y posteriores etc. (**Ver Anexo N° 4**)aquí se procesa las siguientes partes.

- Laterales izquierdos y derechos.
- Tapas superior interna y tapa superior externa.
- Parantes delanteros y posteriores.
- Tarjetas laterales, posteriores y superiores.
- Puerta y contra puerta del horno.
- Cajas y émbolos del caldero

2.11.5 Corte con Plasma CNC

Actividad 10. Corte de piezas por diseño computarizado.

En este lugar de trabajo se realiza cortes con plasma de piezas con una complejidad de diseño que manualmente no sería posible reproducirlas en este proceso se puede reproducir piezas en serie, que después formaran parte del horno rotativo. Se procesa láminas de acero inoxidable de 1, 1.5, 2, 3 mm de espesor y acero laminado al caliente LC con espesores de 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12 mm, aquí se procesa las siguientes partes:

- Disco del ventilador
- Bridas del caldero
- Bases del motor
- Brida del quemador.
- Pitos del ventilador

2.11.6 Proceso de Ensamblé del cuerpo interno y externo del horno

Actividad 11. Ensamblé de laterales, 12. Tapa superior, 13. Caja de alójenos, 14. Sistema de vapor, 15. Reforzado por soldadura mig.

Esta actividad es tan importante como las demás aquí inicia el ensamblé de la cámara interna del horno rotativo con 2 láminas de acero inoxidable de 1.5 mm de espesor plegadas, esta se fusionará con la base y se colocará una tapa superior interna del horno rotativo formando un solo cuerpo después se lo reforzara ángulos en cada pared, por último el conjunto tendrá un proceso de soldadura Mig, quedando totalmente fusionado con sus complementos.

Actividad 16. Ensamblé parantes delanteros. 17. Parantes posteriores, 18. Canales, 19. Tarjetas, 20. Tarjeta delantera, 21. Tapa superior.

Para conformar el cuerpo externo se utilizara piezas preparadas con anterioridad estos conforman 2 parantes frontales y 2 parantes posteriores, 6 rieles, 12 tarjetas para cada uno de las paredes laterales y por último la tapa superior los que al ser unidos por procesó de soldadura conformaran el cuerpo externo del horno rotativo.

Actividad22. Prensado de logotipo en la visera, 23. Ensamblé de visera, 25 colocado en el Horno Rotativo

Este proceso empieza con una lámina de acero inoxidable de 1.5 mm de espesor el cual tendrá como primera estación en la prensa hidráulica el cual estampara el logotipo “**Hornipan**” después en la plegadora tomara una forma muy característica para después continuar con el ensamblé con 2 tapas laterales para terminar empernada en la parte frontal del Horno Rotativo.

Actividad 26. Corte de partes del caldero, 27. Elaboración Cajas del caldero, 28, cilindro del caldero, 29. Ducto de desfogue, 30. Reforzar caldero, 32. Montaje del caldero.

En este proceso se doblara las cajas que conformaran el caldero se fusionará por soldadura con los émbolos y el cilindro soldado con su respectiva brida conformado así un caldero sólido y resistentes a temperaturas altas.

Actividad 33. Inserta Lana de vidrio.

En esta operación se coloca el aislante de temperatura (lana de vidrio) este se coloca en un canal de 20cm entre el cuerpo interno y el cuerpo externo en esta operación se utiliza un total de 8 fundas, esta es cuidadosamente ingresada recubriendo totalmente todo el interior de Horno Rotativo.

Actividad 34. Prensado de logo en la puerta, 35 colocado de lana de vidrio en la puerta, 36, armado de la puerta, 38. Colocado de la puerta en el Horno Rotativo, 39 colocado de empaque térmico y vidrio templado.

De igual manera se le estampara el logo característico “**Hornipan**” una vez conformada la puerta esta se centrara directamente en el horno rotativo una vez centrado se procederá colocar la manilla de seguridad, se introducir lana de vidrio, se la sellara con su contratapa, se lo ensambla el horno rotativo y por ultimo de coloca el empaque y el vidrio de temperatura.

Actividad 40. Plomería

Este proceso es la conexión de tubería de ½ pulgada para unirla al serpentín con el fin de que por esta recorra agua controlando el flujo de temperatura interna del Horno Rotativo.

Actividad 41. Motores y Poleas

Se montaran los dos motores uno de reducción y un motor ventilador después se empernara el eje de con una polea este se unirá mediante una banda a la polea del motor reductor, el cual debe ser centrada y por último en el interior de horno se colocara la uña de hierro fundido, donde se sujetara el coche porta bandejas.

Actividad 42. Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico contara de Becker, contactores, relés térmicos, porta fusibles, base de ocho pines, bornera, canaleta, regleta y gabinete este elementos conformaran el sistema que controlara motores, luces internas y el quemador.

Actividad 43. Pruebas de Funcionamiento

Las pruebas se lo realizaran de acuerdo a estándares empezando desde el calentamiento del horno a temperatura moderada, se revisara el encendido inmediato del quemador, control de alógenos, micros, termocuplas, sobre todo que no exista fugas de calor por las paredes externas.

Actividad 44. Limpieza General

Es la limpieza general del horno rotativo por dentro y por fuera retirando el recubrimiento plástico en el interior y en la parte frontal una vez terminado se procederá al siguiente paso.

Actividad 45. Embalado

Con el fin de proteger el producto terminad se procede a recubrirlo con una pequeña capa de cinta de embalar para evitar que el acero inoxidable se marque rallones que se puede dar al momento de manipularlo o reubicarlo.

Actividad 46. Almacenamiento

Por último después de las pruebas e inspecciones necesarias se procede al movilizar al Horno Rotativo terminado a un lugar en donde que cumpla con un ambiente adecuado ahí permanecerá que un posible cliente lo adquiera.

Cuadro N°2.7 Estudio de Movimientos en las Operaciones del Proceso Productivo.

DIAGRAMA BIMANUAL			
DIAGRAMA N°: 01	ANALISTA: TESISTA		
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN	CROQUIS	MAQUINA PIEZAS TRABAJADAS
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		
PROCESO: CORTE			OPERARIO PIEZAS POR TRABAJAR
ACTIVIDAD: Base de horno rotativo			
FECHA:			
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Sujetar láminas de acero	G	Sujetar láminas de acero	G
Soltar en la mesa de trabajo	RL	Soltar en la mesa de trabajo	RL
Posicionar para mecanizado	P	Posicionar para mecanizado	P
Mover al sitio de ensamble	M	Mover al sitio de ensamble	M
Libera en el sitio correspondiente	RL	Libera en el sitio correspondiente	RL

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.8

DIAGRAMA BIMANUAL				
DIAGRAMA N°: 02	ANALISTA: TESISTA			
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		MAQUINA	
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		PIEZAS TRABAJADAS	
PROCESO: CORTE		CROQUIS	OPERARIO	
ACTIVIDAD: Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Horno Rotativo.				PIEZAS POR TRABAJAR
FECHA:				
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA		
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	
Sujetar láminas de acero	G	Sujetar láminas de acero	G	
Soltar lámina en su sitio	RL	Soltar lámina en su sitio	RL	
Posicionar para corte longitudinal	P	Posicionar para corte longitudinal	P	
Tomar laminas procesadas	G	Tomar laminas procesadas	G	
Inspeccionar medidas	I	Inspeccionar medidas	I	
Preposicionar en un sitio específico	PP	Preposicionar en un sitio específico	PP	

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.9

DIAGRAMA BIMANUAL				
DIAGRAMA N°: 03	ANALISTA: TESISTA			
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		MAQUINA	
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		PIEZAS TRABAJADAS	
PROCESO: PUNZONADO		CROQUIS	OPERARIO	
ACTIVIDAD: Punzonado o despuntado de partes del homo Rotativo en Punzonadora CNC				PIEZAS POR TRABAJAR
FECHA:				
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA		
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	
Colocar las láminas en la mesa	M	Colocar las láminas en la mesa	M	
Inspeccionar las medidas de la lámina	I	Inspeccionar las medidas de la lámina	I	
Posicionar las láminas a procesar	P	Posicionar las láminas a procesar	P	
Coloca en un sitio específico	M	Coloca en un sitio específico	M	

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.10

DIAGRAMA BIMANUAL			
DIAGRAMA N°: 04	ANALISTA: TESISTA		
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		MAQUINA PIEZAS TRABAJADAS
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		
PROCESO: DESPUNTADO		CROQUIS	OPERARIO PIEZAS POR TRABAJAR
ACTIVIDAD: Despuntado manual en láminas de 2 mm			
FECHA:			
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Sujetar láminas de acero	G	Sujetar láminas de acero	G
Soltar lámina en su sitio	RL	Soltar lámina en su sitio	RL
Posicionar para corte longitudinal	P	Posicionar para corte longitudinal	P
Tomar láminas procesadas	G	Tomar láminas procesadas	G
Preposicionar en un sitio específico	PP	Preposicionar en un sitio específico	PP

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.11

DIAGRAMA BIMANUAL			
DIAGRAMA N°: 05	ANALISTA: TESISTA		
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		MAQUINA PIEZAS TRABAJADAS
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		
PROCESO: DOBLADO O PLEGADO		CROQUIS	OPERARIO PIEZAS POR TRABAJAR
ACTIVIDAD: Doblado de conjuntos del Horno Rotativo.			
FECHA:			
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Sujetar para ubicar cerca de la máquina	G	Sujetar para ubicar cerca de la máquina	G
Posicionar para ejecutar dobles	P	Posicionar para ejecutar dobles	P
Inspeccionar el ángulo de cada conjunto	I	Inspeccionar el ángulo de cada conjunto	I
Colocar en el sitio establecido	M	Colocar en el sitio establecido	M

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.12

DIAGRAMA BIMANUAL			
DIAGRAMA No: 06	ANALISTA: TESISTA		
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		
PROCESO: CORTE CON PLAMAS CNC			
ACTIVIDAD: Elaboración de piezas por diseño computarizado			
FECHA:			
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Coloca planchas en la mesa del plasma	G	Coloca planchas en la mesa del plasma	G
Posicionar para el proceso de corte	P	Posicionar para el proceso de corte	P
Inspeccionar características de las piezas	I	Inspeccionar características de las piezas	I
Colocar en la carretilla	G	Colocar en la carretilla	G

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.13

DIAGRAMA BIMANUAL			
DIAGRAMA No: 07	ANALISTA: TESISTA		
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		
PROCESO: EMSAMBLE DEL CUERPO INTERNO Y EXTERNO DEL HORNO			
ACTIVIDAD: cuerpo interno, cuerpo externo, vicera, camara termica			
FECHA:			
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Mover partes procesadas	M	Mover partes procesadas	M
Posicionar las partes procesadas para ensamble	P	Posicionar las partes procesadas para ensamble	P
Inspeccionar el centrado de las partes del Homo	I	Inspeccionar el centrado de las partes del Homo	I
Parar componentes del Horno para su ensamble	H	Utilizar herramientas para el ensamble del Horno	U
Ensamblar las partes del Horno	A	Ensamblar las partes del horno	A

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.14

DIAGRAMA BIMANUAL					
DIAGRAMA No: 08	ANALISTA: TESISTA				
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		CROQUIS	MAQUINA	PIEZAS TRABAJADAS
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C				
PROCESO: EMSAMBLE DEL CUERPO INTERNO Y EXTERNO DEL HORNO					
ACTIVIDAD: Caldero				OPERARIO	PIEZAS POR TRABAJAR
FECHA:					
MANO IZQUIERDA			MANO DERECHA		
DESCRIPCIÓN		SIMBOLO	DESCRIPCIÓN		SIMBOLO
Coloca las cajas en la mesa de soldar		G	Coloca las cajas en la mesa de soldar		G
Posicionar para el proceso de soldadura		P	Posicionar para el proceso de soldadura		P
Inspecciona el cordon de soldadura		I	Inspecciona el cordon de soldadura		I
Colocar para ensamblar conjunto		G	Colocar para ensamblar conjunto		G

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.15

DIAGRAMA BIMANUAL					
DIAGRAMA N°: 09	ANALISTA: TESISTA				
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		CROQUIS	MAQUINA	PIEZAS TRABAJADAS
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C				
PROCESO: EMSAMBLE DEL CUERPO INTERNO Y EXTERNO DEL HORNO					
ACTIVIDAD: Lana de vidrio				OPERARIO	PIEZAS POR TRABAJAR
FECHA:					
MANO IZQUIERDA			MANO DERECHA		
DESCRIPCIÓN		SIMBOLO	DESCRIPCIÓN		SIMBOLO
Mover lana de vidrio al sitio recomendado		M	Mover lana de vidrio al sitio recomendado		M
Sujetan lana de vidrio		G	Sujetan lana de vidrio		G
Coloca lana de vidrio entre el cuerpo		M	Coloca lana de vidrio entre el cuerpo		M

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.16

DIAGRAMA BIMANUAL			
DIAGRAMA N°: 10	ANALISTA: TESISTA		
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		MAQUINA
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		CROQUIS
PROCESO: EMSAMBLE DEL CUERPO INTERNO Y EXTERNO DEL HORNO			
ACTIVIDAD: Pruebas de Funcionamiento			
FECHA:			
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
inactiva		Inspecciona el control máster del horno	I
Sujeta tablero con hojas de control	G	Utiliza el bolígrafo para anotar	U
Suelta el tablero	RL	Suelta el bolígrafo	RL

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.17

DIAGRAMA BIMANUAL			
DIAGRAMA N°: 11	ANALISTA: TESISTA		
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		MAQUINA
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		CROQUIS
PROCESO: EMSAMBLE DEL CUERPO INTERNO Y EXTERNO DEL HORNO			
ACTIVIDAD: Embalado			
FECHA:			
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
inactiva		Toma la cinta de embalar	G
Utiliza la cinta para recubrir el horno	I	Utiliza la cinta para recubrir el horno	I
Sujeta la cinta de embalaje	G	Libera cortando la cinta de embalaje	RL

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Cuadro N° 2.18

DIAGRAMA BIMANUAL			
DIAGRAMA N°: 12	ANALISTA: TESISTA		
HOJA N° 1 DE 1	DEPARTEAMENTO: PRODUCCIÓN		MAQUINA
ESTUDIO: Movimientos	EMPRESA: I.M.C		PIEZAS TRABAJADAS
PROCESO: EMSAMBLE DEL CUERPO INTERNO Y EXTERNO DEL HORNO		CROQUIS	
ACTIVIDAD: Almacenamiento			OPERARIO
FECHA:			
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA	
DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	SIMBOLO
Sujeta el horno rotativo	G	Sujeta el horno rotativo	G
Toma una barra de acero	G	Toma una barra de acero	G
Posicionar el horno en el sitio adecuado	P	Posicionar el horno en el sitio adecuado	P

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Los movimientos que realizan la de la mano derecha tanto la mano izquierda aplicando los therbligs eficiente e ineficientes del **cuadro 1.4 y 1.5 (pág. 37, 38)** que el operario realiza en cada actividad que se encuentra dentro del proceso pongo a consideración que:

Cada Actividad del proceso de fabricación de Hornos Rotativos, cada movimiento se lo realiza de manera eficiente ya que cada trabajador realiza un máximo de seis movimientos en sus estaciones de trabajo los cuales corresponden mover, sujetar, Preposicionar, utilizar y ensamblar.

Por esta razón no es necesario profundizar en el estudio de movimientos en el presente trabajo investigativo, así que cada movimiento que es ejecutado por el trabajador no influye en la pérdida de tiempo, pero si en la existencia de actividades innecesarias, puntos muertos que retrasen el proceso de producción.

2.12 Verificación de la Hipótesis

Para realizar la presente investigación se utilizó la siguiente hipótesis

Con el estudio de tiempos y movimientos, en la Industria Metálica Cotopaxi en la sección de Hornos Rotativos, se reducirá o eliminará los altos tiempos de producción que se acumulan en el proceso que limitan el desarrollo competitivo en su línea de producción.

En la industria metálica Cotopaxi con el constante problema que día a día interrumpe el flujo normal en sus tareas de su línea de producción, los datos obtenidos del presente trabajo proyectaron resultados de que existe un desequilibrio en los tiempos de producción de una misma o similar cantidad de conjunto de piezas fabricadas que conforman el horno rotativo, se manifiesta por existir largas distancias, falta de integración de los procesos, rutas indefinidas, mala coordinación de tareas, mantenimiento entre otras.

Habiendo realizado las entrevistas y observaciones de campo, se constató que existe un tiempo elevado en la ejecución de las tareas en el proceso de fabricación de Hornos Rotativos y es de fundamental importancia realizar un estudio de tiempos y movimientos que permita mermar dichas anomalías, en consecuencia la hipótesis planteada ya es factible ya con el análisis de los resultados se obtiene causa y posibles soluciones del problema.

2.13 Conclusiones del Capítulo II

- Cada actividad en la línea de fabricación de Hornos Rotativos son necesarios para obtener un producto con un notable terminado de calidad pero los tiempos medidos permitan tomar las medidas correctivas.
- Los tiempos de producción no están debidamente estandarizados para cada operación del proceso el cual no permite tener datos concretos en el desarrollo de cada actividad del proceso de hornos rotativos.
- Cada uno de los movimientos tanto de mano derecha y mano izquierda que realiza el operario en cada actividad se encuentra en un nivel moderado de eficiencia.
- Cada actividad no mantiene un nivel de concordancia para que el proceso tenga una línea de proceso determinado esto debe permitir mejorar las actividades y los tiempos de producción
- La distribución en planta referente a la maquinaria que interviene en el proceso no está distribuida de manera adecuado logrando que el proceso se encuentre disperso.

2.14 Recomendaciones

- Las actividades debe mantener una ruta definida.
- Estandarizar tiempos de producción para mejorar tiempos de producción y entregar el producto a tiempo.
- Mantener los movimientos eficientes de mano derecha e izquierda en cada operario para evitar movimientos innecesarios en el ensamblé.
- Definir una secuencia lógica para cada proceso que permita el manejo adecuado de recursos y que se dé a conocer con claridad a los trabajadores.
- Mejorar la distribución interna de la maquinaria o tecnología para el proceso-productivo.

CAPITULO III

3 PROPUESTA ALTERNATIVA

3.1 Presentación de la Propuesta

Mejora y optimización del proceso productivo de Hornos Rotativos de la planta metalmecánica Industria Metálica Cotopaxi.

Presentación de la propuesta

En esta propuesta se realizara un estudio de tiempos y movimientos en la empresa Industria Metálica Cotopaxi en la sección de hornos rotativos, ubicada en el sector industrializado de San Silvestre con el propósito de impulsar su productividad y normalizar su proceso, minimizando perdida de tiempos en cada actividad y mejorando la calidad del producto terminado.

Este trabajo iniciara con la Cronometrización de tiempos de producción con el método de regreso a cero el que permitirá que el estudio o investigación empieza a tomar rumbo. El estudio de movimientos permitirá analizar la utilización

De cada uno de los movimientos y tiempos muertos que realiza el operario en cada operación del proceso.

El estudio permitirá que la información adquirida del proceso productivo de la sección de Hornos Rotativos con el análisis adecuado se detecte aquellas anomalías que interrumpen la dirección normalizada del proceso de producción.

Una vez analizada la información se procederá a tomar decisiones para corregir cada anomalía detectada en el proceso eliminando o minimizando las dificultades presentes, para lograr una la mayor eficiencia en materia prima y mano de obra conllevando al benéfico de la industria metalmecánica “I.M.C”

3.2 Justificación

Dentro de la empresa Industria Metálica Cotopaxi se ha evidenciado la falta de un estudio y planificación adecuada, esto afecta la línea de producción en la sección Hornos Rotativo que no permita el desarrollo óptimo del proceso productivo.

La presente propuesta para la Industria Metálica Cotopaxi en la sección hornos está planteada de acuerdo a la realidad actual que involucra los altos tiempos de producción que se ejecutan en la producción de Hornos Rotativos debido a este contratiempo se evidencia pérdidas de tiempo, recursos y dinero.

Esta problematización se generó por la ausencia de la distribución de aéreas de trabajo, coordinación de actividades, plan de mantenimiento, recurso y materiales que no están en stock e inexistencia de repuestos que afectan directamente en los tiempos de producción.

Por lo tanto con este estudio se pretende una reestructuración en el sistema productivo, estandarización de tiempos que mejoren el manejo eficiente de insumos y recursos con el único fin de obtener un producto de calidad y competitivo en el mercado actual.

3.3 Objetivos

3.3.1 Objetivo general

- Mejorar la línea de producción de los Hornos Rotativos de la empresa Industria Metálica Cotopaxi para optimizar los recursos que intervienen en la producción.

3.3.2 Objetivo específico

- Determinar tiempos estándar de producción para minimizando las demoras de las actividades.
- Distribuir los puestos de trabajo con el propósito de mejorar los métodos de trabajo, y proveer la mayor funcionalidad a los operarios.
- Planificar cada una de las actividades siguiendo una sola ruta del proceso.

3.4 Impacto Social

El impacto social de este proyecto incidirá en un mejoramiento significativo en las jornadas laborales cortas beneficiando en el rendimiento laboral y estado psicológico del operario liberándolo de presiones en la culminación de sus actividades.

3.5 Impacto Técnico

Se enfoque será directamente en la optimización de las distancias recorridas, distribución de maquinaria para permitir el mejoramiento continuo del flujo de proceso manual.

3.6 Impacto Económico

Es uno de los impactos más importantes, ya que darle una nueva estructura al proceso de producción habrá un manejo adecuado de los recursos, orientando a una correcta planificación, al mejorar su productividad se genera mayor utilidad y el producto terminado ganara posicionamiento competitivo en el mercado, beneficiando tanto a la empresa como a sus trabajadores permitiendo generar el progreso de ambas partes.

3.7 Estructura de la Propuesta

3.7.1 Toma de datos

- Numero de observaciones
- Cronometrización

3.7.2 Mejoras para el Proceso de Producción

- Organización del área de trabajo.
- Tipo mecánicos
- Mantenimiento preventive
- Mantenimiento predictivo.

3.7.3 Reducción de los Tiempos en el Proceso

- Tareas eliminadas
- Tareas mejoradas

3.7.4 Datos de Tiempos Mejorado de Acuerdo a lo Planteado

- Desviación media
- Datos cronometrados menos desviación media
- Tiempo normal
- Holguras
- Tiempo estándar

3.7.5 Ahorro Estimado de Tiempo

3.7.5.1 Cálculo de Eficiencia

3.7.5.2 Cambios en el sistema de producción

- Diagrama de flujo de operaciones en el proceso de Hornos Rotativos
- Diagrama de recorrido de la planta de producción

3.8 Desarrollo de la Propuesta

3.8.1 Toma de Datos

La tabla Westinghouse obtenida empíricamente, da el número de observaciones necesarias en función de la duración del ciclo y del número de piezas que se fabrican al año. Esta tabla sólo es de aplicación a operaciones muy representativas realizadas por operarios muy especializados. Es ideal para la sección Hornos rotativos con su respectivo cálculo.

Cuadro N° 3.1 Westinghouse

CUANDO EL TIEMPO POR PIEZA O CICLOS ES:	NÚMERO MÍNIMO DE CICLOS A ESTUDIAR		
	ACTIVIDAD MÁS DE 10000 POR AÑO	1000 A 1000	MENOS DE 1000
1.000 horas	5	3	2
0.800 horas	6	3	2
0.500 horas	8	4	3
0.300 horas	10	5	4
0.200 horas	12	6	5
0.120 horas	15	8	6
0.080 horas	20	10	8
0.050 horas	25	12	10
0.035 horas	30	15	12
0.20 horas	40	20	15
0.012 horas	50	25	20
0.008 horas	60	30	25
0.005 horas	80	40	30
0.003 horas	100	50	40
0.002 horas	120	60	50
MENOS DE 0.002 horas	140	80	60

FUENTE:García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo Medición del trabajó, Editorial McGraw-Hill, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V Duodécima edición 2009. México.

REALIZADO: Tesista

Mediante el diagrama de flujo de proceso, presentado en el **Cuadro N° 2.5** en el cual se tomó el tiempo de cada una de las operaciones de fabricación de Hornos Rotativos nos sirve como referenciales para la realización del cálculo de las observaciones, obteniendo los siguientes valores.

DATOS:

Tiempo en ciclo de minutos: 2153,45

Número de operaciones: 46

Dividimos el tiempo del ciclo para el total de las operaciones.

$$2153,45/46 = 46,81$$

Una vez realizado la operación el resultado lo volvemos a dividir para sesenta, obteniendo el tiempo en horas para la respectiva ubicación en la tabla de Westinghouse (**Ver Cuadro N° 3.1**)

$$46,81/60 = 0.780 \text{ Horas}$$

La producción de los hornos rotativos mantiene en una escala menor de las 1.000 unidades por año, una vez obtenidos los resultados procederemos a buscar el número de horas que son 0.780(**Ver Cuadro N° 3.1**) en la columna el rango de producción por año. Generando un promedio de 2 observaciones, se realizó 6 observaciones para un mejor estudio.

Cronometrización

El proceso de la toma de tiempos se realizó en cada estación de trabajo de acuerdo al proceso general de la fabricación de Hornos Rotativos.

3.9 Forma para la Observación de Tiempos y Tareas Cronometradas.

Cuadro N° 3.2 Forma de Observación de Tiempo

FORMA PARA OBSERVACION DE ESTUDIO DE TIEMPOS										
FECHA:						ANALISTA: Tesista				
ESTUDIO: TIEMPOS						TAREA: Varias				
PROCESO: Fabricacion de Hornos Rotativos						INICIA: Base de Horno Rotativo				
SECCION: Hornos Rotativos						TERMINA: Almacenaje del Horno Rotativo				
TIEMPO						EMPRESA: Industria Metalica Cotopaxi				
N°	OPERACIÓN	MANUAL	AUTOMÁT	TC 1 SEG	TC 2 SEG	TC 3 SEG	TC 4 SEG	TC 5 SEG	TC & SEG	PROMEDIO OBSERVADOS
1	Base de homo rotativo	x		1569,6	1440,6	1228,2	1602	1465,2	1557,6	1477,20
2	Transporte 1	x		900	738	972	900	858	900	878,00
3	Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Homo Rotativo.	x	x	1800	1860	1812	1800	1890	1860	1837,00
4	Transporte 2	x		600	510	504,16	600	591,6	627	572,13
5	Punzonado o despuntado de partes del homo Rotativo en Punz	x	x	720	720	654	660	624	720	683,00
6	Despuntado manual en láminas de 2 mm	x		480	480	540	564	474	480	503,00
7	Transporte 3	x		600	600	600	692,4	510	505,16	584,59
8	Doblado de conjuntos del Homo Rotativo.	x	x	1200	1068	876	1110	1098	1200	1092,00
9	Transporte 4	x		360	360	360	360	360	360	360,00
10	Corte de piezas por diseño computarizado.		x	300	342	288	300	300	408	323,00
11	Ensamble del cuerpo interno con la base	x		3726	3750	3810	3774	3810	3726	3766,00
12	Elaboración de tapa superior de la cámara térmica	x		3633,6	3633,6	3810	3774	3810	3726	3731,20
13	Elaboración de caja para alójenos	x		1020	1050	1032	1022	1020	1021	1027,50
14	Fabricación del sistema de vapor de la cámara térmica	x		1584	1584	1584	1608	1509	1608	1579,50
15	Reforzado del cuerpo interno	x		7830	7548	8148	7830	7830	7830	7836,00
16	Ensamble de 2 parantes delanteros cuerpo externo	x		1020	1077,6	1046,6	1080	1020	1023	1044,53
17	Ensamble de 2 parantes posteriores cuerpo externo	x		5400	5400	5430	5454	5406	5400	5415,00
18	Elaboración de 6 canales para el cuerpo externo	x		120	150	120	168	132	174	144,00
19	Elaboración de tarjetas laterales cuerpo externo	x		3600	2700	3540	3600	2934	3600	3329,00
20	Tarjeta delantera superior del cuerpo externo	x		215,4	215,4	300	215,4	324	215,4	247,60
21	Tapa Superior externa	x		9000	9000	8760	9000	9360	9000	9020,00
22	Prensado de logo (Hornipan) en la visera		x	900	900	738	900	798	900	856,00
23	Ensamble de la visera	x		3600	3600	3630	3660	3648	3600	3623,00
24	Transporte 5	x		147	147	147	155,4	143,4	148,8	148,10
25	Colocado de la visera en el homo	x		1800	1860	1890	1800	1800	1740	1815,00
26	Corte de componentes del caldero		x	1281	1293	1281	1275	1299	1206	1272,50
27	Elaboración de 4 cajas del caldero	x		3600	2898	3072	3600	2988	2826	3164,00
28	Elaboración de un cilindro del caldero		x	900	939	916,8	900	909	921	914,30
29	Ducto de desfogue interno para el caldero	x		900	936	954	945	922,2	936,6	932,30
30	Reforzado del caldero	x		10800	10830	10806	10848	10812	10800	10816,00
31	Transporte 6	x		300	300	273,6	306	306	300	297,60
32	Montaje del caldero en el homo	x		3600	3600	3300	3600	3720	3600	3570,00
33	Insertar material aislante (lana de vidrio)	x		3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600,00
34	Prensado del logo (Hornipan) en la puerta		x	600	600	600	720	780	600	650,00
35	Colocado de lana de vidrio en la puerta	x		3600	3138	3600	3054	3600	3600	3432,00
36	Armado de la puerta	x		3600	3618	3624	3648	3654	3600	3624,00
37	Transporte 7	x		240	240	213	215,4	195	209,4	218,80
38	Colocado de la puerta en el homo	x		7200	7236	7248	7206	7254	7236	7230,00
39	Colocado de empaque térmico y vidrio templado en la puerta	x		2700	2718	2748	2754	2700	2712	2722,00
40	Plomería	x		3030	3024	3036	3054	3012	3030	3031,00
41	Motores y poleas	x		16200	16248	16123	16218	16002	16242	16172,17
42	sistema eléctrico	x		10800	10800	10800	10560	10800	10740	10750,00
43	Pruebas de funcionamiento	x		1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200,00
44	Limpieza General del horno	x		1800	1560	1800	1920	1620	1800	1750,00
45	Embalado	x		900	756	654	900	792	900	817,00
46	Almacenamiento	x		1800	1800	1716	1800	1530	1800	1741,00
							129797,02		SEG	
							2163,28		MIN	
							36,05		HRS	
FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi							TIEMPO POR UNIDAD		129797,02	
							HORA TOTAL DE 1 U		36,05	
									SEG	
									HRS	

ELABORADO: Tesista

3.9.1 Resultado de Tiempos Tomados y Cronometrados son:

Tiempo de ciclo total para 1 Horno Rotativo= 129791,02 segundo, 2163,28 minutos, 36,05 horas con estos datos deja palpar que el proceso en la fabricación de hornos sobrepasa las 8 horas laborables.

3.10 Mejoras del Proceso de Producción

3.10.1 Posibles Alternativas

Antes de tomar una decisión se tiene que desarrollar una lista de todas las alternativas disponibles para la solución de un determinado problema, cada alternativa debe ser evaluada para cumplir cada una de las necesidades pero sin causar resultados inesperados.

Los problemas más significativos del proceso productivo de Hornos rotativos es la inadecuada organización en áreas de trabajo, tipo mecánico y la distribución en planta esta situación afecta los tiempos de producción para ello se postula correctivos en la línea de producción.

3.10.2 Organización del área de trabajo

Para una organización adecuada se debe realizar un Check Lists (**Anexo N° 2**) evaluando las 5 “S” de cada puesto de trabajo esta metodología japonesa fue diseñada para reducir desperdicios y optimizar la productividad. Cada área de trabajo tiene la función principal, ya que la transformación de insumos o recursos (energía, materia prima, mano de obra) llegando al producto final.

Dentro del sistema 5 “S” se utilizan recursos visuales como son las etiquetas rojas, cintas para marcar pisos, paneles con siluetas y etiquetas para estantes asegurándose de que hay un lugar para todo, y que todo permanece en su lugar.

Los visuales ayudan a reducir tiempo muerto al minimizar el tiempo que se pasa buscando, preguntando y re trabajando.

3.10.3 Tipo Mecánico

Esta decisión es de igual importancia para la producción se debe realizar un check list (**ANEXO N°3**) de la maquinaria que actúa dentro del proceso para detectar posibles averías futuras que comprometan el sistema de producción, con los respectivos datos se podrá anteverir con un adecuado mantenimiento.

3.10.3.1 Realización del Mantenimiento Preventivo

Esta actividad se realizar cada 30 días debido a que la empresa no consta de un departamento de mantenimiento, este servicio lo proporcionará profesionales externo que se guiara por los datos del check list y proporcionara la solución al fallo o avería mecánica. Ya que el mantenimiento incide tanto en la calidad y cantidad de la producción.

3.10.3.2 Realización del Mantenimiento Correctivo

Comprende el mantenimiento que se lleva con el fin de corregir los defectos que se han presentado en el equipo. En la mayoría las fallas o averías son de máquinas soldadoras, corte con plasma y herramientas manuales (amoladoras, taladros, etc.)

3.11 Distribución de Planta

La distribución en planta procura encontrar el orden de equipos y que las áreas de trabajo sean eficientes, seguras y satisfactorias para el personal que ha de realizar el trabajo. Por lo que es necesario realizar una redistribución el cual potenciara la eficiencia productiva de la sección Hornos a rotativos eliminando congestiones,

supresión de aéreas innecesarias, disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de producción.

Por esta razón se presenta en el anexo la una propuesta tentativa de la redistribución de planta desde almacenamiento de materia prima, tecnología usada en el proceso y de cada una de las estaciones de trabajo.

3.11.1 Desarrollo para la Reducción de Tiempo del Proceso

Con esta investigación y con los datos obtenidos del **cuadro N°3.3** realizado por el tesista, se pudo resaltar que existe una mejora continua al eliminar y mejorar tareas implantadas en el actual proceso, con un beneficio en la productividad y la eficiencia.

3.11.2 Actividades eliminadas

Actividades N° 4 Transporte de materia prima para proceso de corte por cizalla

Se puede eliminar esta actividad ubicando la estantería de materia prima a una distancia considerable de la cizalla, esto mejorara el manejo adecuado de la materia prima y eliminara la distancia que el actual proceso se presenta.

Cuadro N° 3.3 Tareas Eliminadas

N°	OPERACIÓN	MANUAL	AUTOMÁTIC	TC1 SEG	TC2 SEG	TC3 SEG	TC4 SEG	TC5 SEG	TC6 SEG	PROMEDIO
2	Transporte 1	x		900	738	972	900	858	900	5268
4	Transporte 2	x		600	510	504,16	600	591,6	627	3432,76
6	Despuntado manual en láminas de 2 mm	x		480	480	540	564	474	480	3018
24	Transporte 5	x		147	147	147	155,4	143,4	148,8	888,6
FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi						AHORRO EN SEG		11718,76		
						AHORRO EN MIN		195,3126667		
ELABORADO: Tesista						AHORRO EN HRS		3,255211111		

Actividad N° 9 transporte de materia prima al proceso de plagado.

Es de vital importancia eliminarla por su distancia se duplica hasta llegar a siguiente proceso para esto se debe cambiar el lugar de la plegadora teniendo una distancia menor evitando las esperas en el proceso.

Actividad N° 11 Despuntado de láminas de 2mm.

Se eliminara con la compra de punzones adecuados para el despunte de láminas de 2 mm volviéndolo convirtiéndose de un proceso manual a uno automático.

Cuadro N° 3.4 Tareas Mejoradas

N°	OPERACIÓN	MANUAL		TIEMPOS DE TAREAS EN SEG ANTES	TIEMPO DE TAREAS EN SEG DESPUES	AHORRO DE TIEMPO EN CADA TAREA EN SEG	DESCRIPCION
			AUTOMÁTICO				
3	Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Homo Rotativo.		x	1837,00	1188,00	649,00	planos tecnico y especificaciones
11	Ensamble del cuerpo interno con la base	x		3766,00	2700,00	1066,00	Planos tecnicos, especificaciones, kit de herramientas
12	Elaboracion de tapa superior de la camara termica	x		3731,20	2754,00	977,20	
13	Elaboracion de caja para alojenos	x		1027,50	630,00	397,50	
14	Fabricacion del sitema de vapor de la camara termica	x		1579,50	919,20	660,30	
15	Reforsado del cuerpo interno	x		7836,00	7230,00	606,00	
16	Ensamble de 2 parantes delanteros cuerpo externo	x		1044,53	990,00	54,53	Planos tecnicos, especificaciones, kit de herramientas
17	Ensamble de 2 parantes posteriores cuerpo externo	x		5415,00	4215,00	1200,00	
18	Elaboracion de 6 canales para el cuerpo externo	x		144,00	115,00	29,00	
19	Elaboracion de tarjetas laterales cuerpo externo	x		3329,00	2000,00	1329,00	
20	Tarjeta delantera superior del cuerpo externo	x		247,60	150,00	97,60	
21	Elaboracion de tapa Superior externa cuerpo externo	x		9020,00	7230,00	1790,00	
						AHORRO EN SEG	8856,13
						AHORRO EN MIN	147,60
						AHORRO EN HRS	2,46

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Actividad N° 2 Corte en cizalla hidráulica.

Esta tarea está enfocada en el corte de la materia prima según medida y espesor para dar inicio a la fabricación de cada segmento y componente del horno rotativo, se puede mejorar con la ubicación de la materia prima cerca de la cizalla y con planos técnico y con un control de lámina procesada.

Actividad N° 6 Cuerpo interno.

Es una tarea netamente de ensamble, aquí el cuerpo interno del horno toma forma al ensamblar cada una de la partes previamente fabricadas, se puede mejorar este tiempo al entregar al operario un plano técnico ensamble, codificación de componentes y sobre todo un kit de herramientas de acuerdo a la necesidad del proceso para evitar T titubeos al momento de cumplir con esta función.

Actividad N° 7 Cuerpo externo.

Ya que esta tarea es de igual forma de ensamble, para crear el cuerpo externo o recubrimiento del cuerpo interno. Su mejoramiento de tiempo será dotando planos técnicos de ensamble, kit de herramientas de acuerdo a la necesidad del puesto de trabajo y del proceso y especificaciones de acabados finales.

3.12 Mejoras de Tiempos Según lo Planteado

Con los cambios planteados en el proceso de fabricación de hornos rotativos se han obtenido en base a estos son expuesto a continuación.

3.12.1 Desviación Media

La desviación media aritmética de cada desviación de valores que toma la variable en similitud a la media aritmética se lo representa de la siguiente manera:

$$Dx = \frac{d}{N}$$

❖ **Dx** = desviación media

❖ **d** = Sumatoria de las desviaciones

❖ **N** = Número de casos.

$$x = \frac{8863,2}{6} = 1477,20$$

$$Dx = \frac{d}{N} \rightarrow$$

$$d1 = X - x \rightarrow d1 = 1477,20 - 1569,6 = 92,4$$

$$Dx = \frac{595,20}{6} = 99,2$$

$$Dx = \frac{d}{N} \rightarrow$$

3.12.2 Datos Cronometrados Menos la Desviación Media

Los valores obtenidos nos sirve para que los valores de la frecuencia existiendo una distancia entre cada dato alejándose de la tendencia central.

Promedio de datos – Dx

Promedio de datos: sumatoria datos cronometrados / número de observaciones

Dx: desviación media

Promedio de datos – Dx $\rightarrow 1477,20 - 99,2 = 1378$

Cuadro N° 3.5 Resultados de la Desviación Media

N°	OPERACIÓN	MANUAL	AUTOMÁTICO	PROM DE OBSER SEG	DESVIACION MEDIA	TOTAL SEG MENOS LA DESVIACION MEDIA
1	Base de homo rotativo	x		1477,20	99,20	1378,00
2	Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Homo Rotativo.		x	1188,06	0,00	1188,06
3	Punzonado o despuntado de partes del homo Rotativo en Punz		x	683,00	37,00	646,00
4	Transporte 3	x		584,59	51,34	533,25
5	Doblado de conjuntos del Homo Rotativo.		x	1092,00	80,00	1012,00
6	Transporte 4	x		360,00	0,00	360,00
7	Corte de piezas por diseño computarizado.		x	323,00	34,67	288,33
8	Ensamble del cuerpo interno con la base	x		2700,00	0,00	2700,00
9	Elaboración de tapa superior de la cámara térmica	x		2754,00	0,00	2754,00
10	Elaboración de caja para alójenos	x		630,06	0,00	630,06
11	Fabricación del sistema de vapor de la cámara térmica	x		919,20	0,00	919,20
12	Reforzado del cuerpo interno	x		7230,00	0,00	7230,00
13	Ensamble de 2 parantes delanteros cuerpo externo	x		990,00	0,00	990,00
14	Ensamble de 2 parantes posteriores cuerpo externo	x		4215,00	0,00	4215,00
15	Elaboración de 6 canales para el cuerpo externo	x		115,00	0,00	115,00
16	Elaboración de tarjetas laterales cuerpo externo	x		2000,00	0,00	2000,00
17	Tarjeta delantera superior del cuerpo externo	x		150,00	0,00	150,00
18	Tapa Superior externa	x		7230,00	0,00	7230,00
19	Prensado de logo (Hornipan) en la visera		x	856,00	58,67	797,33
20	Ensamble de la visera	x		3623,00	23,00	3600,00
21	Colocado de la visera en el homo	x		1815,00	40,00	1775,00
22	Corte de componentes del caldero		x	1272,50	22,17	1250,33
23	Elaboración de 4 cajas del caldero	x		3164,00	290,67	2873,33
24	Elaboración de un cilindro del caldero		x	914,30	11,30	903,00
25	Ducto de desfogue interno para el caldero	x		932,30	14,13	918,17
26	Reforzado del caldero	x		10816,00	15,33	10800,67
27	Transporte 6	x		297,60	8,00	289,60
28	Montaje del caldero en el horno	x		3570,00	90,00	3480,00
29	Insertar material aislante (lana de vidrio)	x		3600,00	0,00	3600,00
30	Prensado del logo (Hornipan) en la puerta		x	650,00	66,67	583,33
31	Colocado de lana de vidrio en la puerta	x		3432,00	224,00	3208,00
32	Armado de la puerta	x		3624,00	18,00	3606,00
33	Transporte 7	x		218,80	14,13	204,67
34	Colocado de la puerta en el homo	x		7230,00	18,00	7212,00
35	Colocado de empaque térmico y vidrio templado en la puerta	x		2722,00	19,33	2702,67
36	Plomería	x		3031,00	9,33	3021,67
37	Motores y poleas	x		16172,17	73,11	16099,06
38	sistema eléctrico	x		10750,00	66,67	10683,33
39	Pruebas de funcionamiento	x		1200,00	0,00	1200,00
40	Limpieza General del homo	x		1750,00	106,67	1643,33
41	Embalado	x		817,00	83,00	734,00
42	Almacenamiento	x		1741,00	78,67	1662,33
					SEG	117186,72
					MIN	1953,11
					HRS	32,55
				TIEMPO POR UNIDAD	SEG	117186,72
				HORA TOTAL DE 1 U	HRS	32,91

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

3.13 Tiempo Normal de la Fabricación de Hornos Rotativos

Cuadro N° 3.6 Tiempo Normal

N°	OPERACIÓN	TIPO DE OPERACIÓN		TIEMPO DE ACTIVIDADES EN SEG	CALIFICACION DEL OPERARIO	TIEMPO NORMAL POR ACTIVIDAD EN SEG
		MANUAL	AUTOMÁTICO			
1	Base de homo rotativo	x		1378,00	100	1378,00
2	Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Homo Rotativo.		x	1188,06		1188,06
3	Punzonado o despuntado de partes del homo Rotativo en Pun		x	646,00		646,00
4	Transporte 3	x		533,25	100	533,25
5	Doblado de conjuntos del Homo Rotativo.		x	1012,00		1012,00
6	Transporte 4	x		360,00	100	360,00
7	Corte de piezas por diseño computarizado.		x	288,33		288,33
8	Ensamble del cuerpo interno con la base	x		2700,00		2700,00
9	Elaboración de tapa superior de la cámara térmica	x		2754,00		2754,00
10	Elaboración de caja para alójenos	x		630,06		630,06
11	Fabricación del sistema de vapor de la cámara térmica	x		919,20		919,20
12	Reforzado del cuerpo interno	x		7230,00		7230,00
13	Ensamble de 2 parantes delanteros cuerpo externo	x		990,00		990,00
14	Ensamble de 2 parantes posteriores cuerpo externo	x		4215,00		4215,00
15	Elaboración de 6 canales para el cuerpo externo	x		115,00		115,00
16	Elaboración de tarjetas laterales cuerpo externo	x		2000,00		2000,00
17	Tarjeta delantera superior del cuerpo externo	x		150,00		150,00
18	Tapa Superior externa	x		7230,00		7230,00
19	Prensado de logo (Homipan) en la visera		x	797,33		797,33
20	Ensamble de la visera	x		3600,00	100	3600,00
21	Colocado de la visera en el homo	x		1775,00	100	1775,00
22	Corte de componentes del caldero		x	1250,33		1250,33
23	Elaboración de 4 cajas del caldero	x		2873,33	100	2873,33
24	Elaboración de un cilindro del caldero		x	903,00		903,00
25	Ducto de desfogue interno para el caldero	x		918,17	100	918,17
26	Reforzado del caldero	x		10800,67	100	10800,67
27	Transporte 6	x		289,60	100	289,60
28	Montaje del caldero en el homo	x		3480,00	100	3480,00
29	Insertar material aislante (lana de vidrio)	x		3600,00	100	3600,00
30	Prensado del logo (Homipan) en la puerta		x	583,33		583,33
31	Colocado de lana de vidrio en la puerta	x		3208,00	100	3208,00
32	Armado de la puerta	x		3606,00	100	3606,00
33	Transporte 7	x		204,67	100	204,67
34	Colocado de la puerta en el homo	x		7212,00	100	7212,00
35	Colocado de empaque térmico y vidrio templado en la puerta	x		2702,67	100	2702,67
36	Plomería	x		3021,67	100	3021,67
37	Motores y poleas	x		16099,06	100	16099,06
38	sistema eléctrico	x		10683,33	100	10683,33
39	Pruebas de funcionamiento	x		1200,00	100	1200,00
40	Limpieza General del homo	x		1643,33	100	1643,33
41	Embalado	x		734,00	100	734,00
42	Almacenamiento	x		1662,33	100	1662,33
				TIEMPO CICLO	SEG	117186,72
					MIN	1953,11
					HRS	32,55
				TIEMPO POR UNIDAD	SEG	117186,72
				HORA TOTAL DE 1 U	HRS	32,55

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesis

Cada tiempo dado en el cuadro **Cuadro N°3.6** es el que requiere cada operador para realizar cada operación de acuerdo al proceso. La calificación del personal que lleva a cabo las operaciones es del 100% debido a las destrezas, conocimientos y habilidades que estos poseen en cada desempeño laboral.

TN

TN: tiempo normal

TC: tiempo cronometrado

C: calificación del operario

TN ————— 1378,00

3.13.1 Tolerancias

Es un tiempo añadido al tiempo normal para hacer que el estándar sea práctico y alcanzable ya que no se espera que el operario trabaje cada todos los minutos de cada hora.

Cuadro N°3.7 Tabla De Tolerancias

TABLA DE TOLERANCIAS	
Tolerancias personales	
Fatiga basica	4%
Necesidades personales	4%
Tolerancias por postura	
Estar de Pie	2%
Tolerancia de politica de empresa	
Tolerancias especiales	
	10%

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

El porcentaje de tolerancias que la tabla demuestra es del 10% por cada operario que se desempeña su actividad en su estación de trabajo a lo que se refiere a trabajos manuales, los datos de cada tolerancia es de acuerdo a tablas debidamente normalizadas de los diversos procesos.

3.13.2Tiempo Estándar

Es un patrón normal que mide el tiempo requerido por un operario que posee la habilidad y capacidad requerida con una velocidad normal para realizar una operación día tras día.

Las tolerancias o concesiones y las holguras serán fundamentales en la actividad que desarrolle el operario, ayudando a establecer que no se sobrepase ni disminuya la capacidad humana.

$$TE = TN + TN \times TOLERANCIA$$

$$TE = \text{Tiempo estándar}$$

$$TN = \text{Tiempo normal}$$

$$\% = \text{Tolerancias, holguras}$$

$$TE = 1378,00 + 1378,00 \times 0,10$$

$$TE = 1378,00 + 137,8$$

$$TE = \mathbf{1515,80}$$

3.13.3 Ahorro Estimado de Tiempo

Cuadro N° 3.8 Tiempo Estándar

N°	OPERACIÓN	MANUAL	AUTOMÁTICO	TIEMPO DE ACTIVIDADES EN SEG	CALIFICACION DEL OPERARIO	TIEMPO NORMAL POR ACTIVIDAD EN SEG	
1	Base de horno rotativo	x		1378,00	0,10	1515,80	
2	Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Horno Rotativo.		x	1188,06		1188,06	
3	Punzonado o despuntado de partes del horno Rotativo en Pun		x	646,00		646,00	
4	Transporte 3	x		533,25	0,10	586,58	
5	Doblado de conjuntos del Horno Rotativo.		x	1012,00		1012,00	
6	Transporte 4	x		360,00	0,10	396,00	
7	Corte de piezas por diseño computarizado.		x	288,33		288,33	
8	Ensamble del cuerpo interno con la base	x		2700,00		2700,00	
9	Elaboración de tapa superior de la cámara térmica	x		2754,00		2754,00	
10	Elaboración de caja para alójenos	x		630,06		630,06	
11	Fabricación del sistema de vapor de la cámara térmica	x		919,20		919,20	
12	Reforzado del cuerpo interno	x		7230,00		7230,00	
13	Ensamble de 2 parantes delanteros cuerpo externo	x		990,00		990,00	
14	Ensamble de 2 parantes posteriores cuerpo externo	x		4215,00		4215,00	
15	Elaboración de 6 canales para el cuerpo externo	x		115,00		115,00	
16	Elaboración de tarjetas laterales cuerpo externo	x		2000,00		2000,00	
17	Tarjeta delantera superior del cuerpo externo	x		150,00		150,00	
18	Tapa Superior externa	x		7230,00		7230,00	
19	Prensado de logo (Homipan) en la visera		x	797,33		797,33	
20	Ensamble de la visera	x		3600,00	0,10	3960,00	
21	Colocado de la visera en el horno	x		1775,00	0,10	1952,50	
22	Corte de componentes del caldero		x	1250,33		1250,33	
23	Elaboración de 4 cajas del caldero	x		2873,33	0,10	3160,66	
24	Elaboración de un cilindro del caldero		x	903,00		903,00	
25	Ducto de desfogue interno para el caldero	x		918,17	0,10	1009,99	
26	Reforzado del caldero	x		10800,67	0,10	11880,74	
27	Transporte 6	x		289,60	0,10	324,35	
28	Montaje del caldero en el horno	x		3480,00	0,10	3828,00	
29	Insertar material aislante (lana de vidrio)	x		3600,00	0,10	3960,00	
30	Prensado del logo (Homipan) en la puerta		x	583,33		583,33	
31	Colocado de lana de vidrio en la puerta	x		3208,00	0,10	3528,80	
32	Armado de la puerta	x		3606,00	0,10	3966,60	
33	Transporte 7	x		204,67	0,10	225,14	
34	Colocado de la puerta en el horno	x		7212,00	0,10	7933,20	
35	Colocado de empaque térmico y vidrio templado en la puerta	x		2702,67	0,10	2972,94	
36	Plomería	x		3021,67	0,10	3323,84	
37	Motores y poleas	x		16099,06	0,10	17708,96	
38	sistema eléctrico	x		10683,33	0,10	11751,66	
39	Pruebas de funcionamiento	x		1200,00	0,10	1320,00	
40	Limpieza General del horno	x		1643,33	0,10	1807,66	
41	Embalado	x		734,00	0,10	807,40	
42	Almacenamiento	x		1662,33	0,10	1828,56	
					SEG	125351,02	
					MIN	2089,18	
					HRS	34,82	
					TIEMPO POR UNIDAD	SEG	83567,35
					HORA TOTAL DE 1 U	HRS	34,82

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

3.13.4 AHORRO ESTIMADO DE TIEMPO.

Con los resultados de tiempos de producción obtenidos para la fabricación de 1 Hornos Rotativos se obtienen el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3.9 Comparación de Tiempos

CUADRO PARA COMPARAR LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TIEMPOS DE CICLO HORAS	TIEMPO EN SEGUNDOS POR UNIDAD	% DISMUNUIDO DE TIEMPO
TIEMPO DE PRODUCCION INICIAL	1	35,89	129797,02	
TIEMPO DE PRODUCCION PROPUESTO	1	34,82	125351,02	
AHORRO DE TIEMPO		1,07	4446,00	2,92

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

La cantidad de producción es de 1 Hornos Rotativos con un tiempo inicial de **35,89 horas**, debido a las mejoras de propuestas en el proceso se pudo reducir a **34,82 horas**, percibiendo un ahorro de **1,07 horas**, con un porcentaje de **2,97%** mejorando el proceso de producción.

3.13.5 Cálculo de eficiencia

La eficiencia de la línea se pudo determinar con cada dato obtenido tanto en la eliminación y mejoramiento de cada tarea así como la estimación del tiempo normal y estándar.

Cuadro N° 3.10 Eficiencia en la Línea

EFICIENCIA DE LA LINEA		
TIEMPO DE PRODUCCION DISPONIBLE	125352	SEGUNDOS
DEMANDA SEMANAL DE UNIDADES	1	U
SUMATORIA DE TIEMPOS DE TAREAS	64603,5	Seg/U
NUMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO	2	U
TIEMPO CICLO	125352	Segundos
EFICIENCIA DE LA LINEA	51,54	%

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Aplicando cada uno de los datos se tiene una eficiencia de 51,54 % en una cantidad de 1 hornos en 34,82 horas, con este mismos datos estimaremos un porcentaje de cuantos hornos más se podría fabricar.

Cuadro N° 3.11 Eficiencia de la Línea con el Aumento de Hornos

EFICIENCIA DE LA LINEA CON AUMENTO DE HORNO		
TIEMPO DE PRODUCCION DISPONIBLE	125352	SEGUNDOS
DEMANDA SEMANAL DE UNIDADES	1,5	U
SUMATORIA DE TIEMPOS DE TAREAS	64603,5	Seg/U
NUMERO DE ESTACIONES DE TRABAJO	1	U
TIEMPO CICLO	83568,00	Segundos
EFICIENCIA DE LA LINEA	77,31	%

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Con el aumento a 0,5 (1/2) unidades semanal, siendo 1(1/2) unidad más fabricada en una semana la eficiencia del 77,31% representa un incremento del rendimiento productivo.

Cuadro N° 3.12 Diagrama de flujo propuesto

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS DE INDUSTRIA METALICA COTOPAXI									
RESUMEN					NRO.				
SIMBOLOS	PRESENTE		PROPUESTO		PAG.	1	DE	1	
	NRO	TIEM	NRO	TIEM					
○	OPERACIÓN	37	22,83	36	24,67	HOMBREOMATERIAL <input type="checkbox"/>			
⇒	TRANSPORTE	7	3,17	4	632,07	TAREA: VARIAS <input type="checkbox"/>			
□	INSPECCIÓN	1	200	1	820	EL DIAGRAMA COMIENZA:			
⌒	DEMORAS	7	3,17			EL DIAGRAMA FINALIZA:			
▽	ALMACENAMIENTO	1	800	1	828,56	REALIZADO POR:			
	DISTANCIA RECORRIDA					FECHA:			

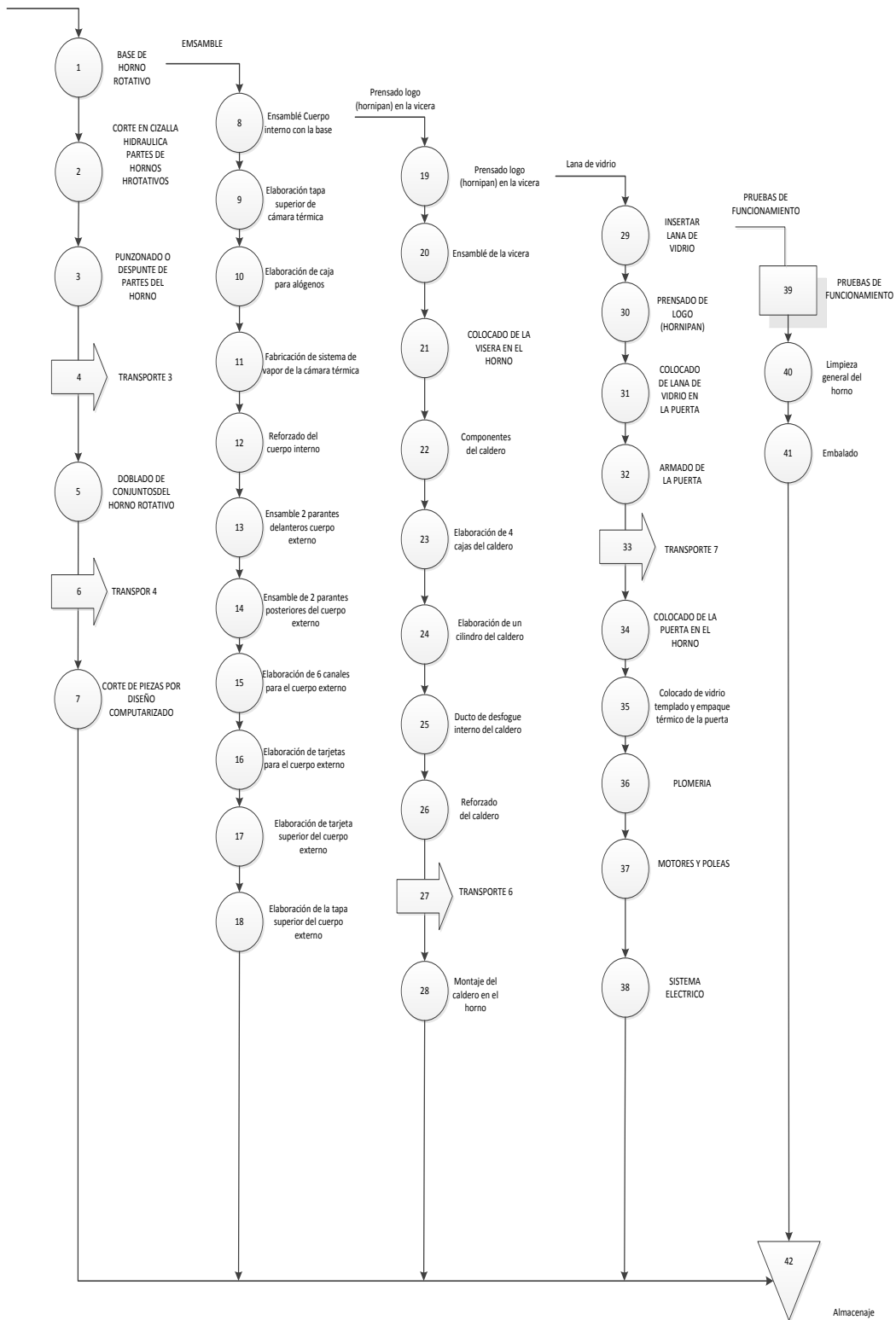
N°	DETALLE DEL METODO ACTUAL	MANUAL	AUTOMATICO	SIMBOLOS	TIEMPO SEG	SECUENCIA	PRESENCIA	PERSONAL	MAQUINA
2	Corte en Cizalla Hidráulica de partes del Homo Rotativo.		x		1188,06	B	A		M1
3	Punzonado o despuntado de partes del homo Rotativo en Punzonadora C		x		646,00	C	B		M2
4	Transporte 3		x		586,58	D			
5	Doblado de conjuntos del Homo Rotativo.		x		1012,00	E	D		M3
6	Transporte 4		x		396,00	F			
7	Corte de piezas por diseño computarizado.		x		288,33	G	F		M4
8	Ensamble del cuerpo interno con la base		x		2700,00	H	G		
9	Elaboración de tapa superior de la cámara térmica		x		2754,00	I	H		
10	Elaboración de caja para alójenos		x		630,06	J	I		
11	Fabricación del sistema de vapor de la cámara térmica		x		919,20	K	J		
12	Reforzado del cuerpo interno		x		7230,00	L	K		
13	Ensamble de 2 parantes delanteros cuerpo externo		x		990,00	M	L		
14	Ensamble de 2 parantes posteriores cuerpo externo		x		4215,00	N	M		
15	Elaboración de 6 canales para el cuerpo externo		x		115,00	O	N		
16	Elaboración de tarjetas laterales cuerpo externo		x		2000,00	P	O		
17	Tarjeta delantera superior del cuerpo externo		x		150,00	Q	P		
18	Tapa Superior externa		x		7230,00	R	Q		
19	Prensado de logo (Homipan) en la visera		x		797,33	S	R		M5
20	Ensamble de la visera		x		3960,00	T	S		
21	Colocado de la visera en el homo		x		1952,50	U	T		
22	Corte de componentes del caldero		x		1250,33	V	U		M1
23	Elaboración de 4 cajas del caldero		x		3160,66	W	V		
24	Elaboración de un cilindro del caldero		x		903,00	X	W		M6
25	Ducto de desfogue interno para el caldero		x		1009,99	Y	X		
26	Reforzado del caldero		x		11880,74	Z			
27	Transporte 6		x		324,35	A1			
28	Montaje del caldero en el homo		x		3828,00	B1	A1		
29	Insertar material aislante (lana de vidrio)		x		3960,00	C1	B1		
30	Prensado del logo (Homipan) en la puerta		x		583,33	D1	C1		M5
31	Colocado de lana de vidrio en la puerta		x		3528,80	E1	D1		
32	Armado de la puerta		x		3966,6	F1	E1		
33	Transporte 7		x		225,14	G1			
34	Colocado de la puerta en el homo		x		7933,2	H1	G1		
35	Colocado de empaque térmico y vidrio templado en la puerta		x		2972,94	I1	H1		
36	Plomería		x		3323,84	J1	I1		
37	Motores y poleas		x		17708,96	K1	J1		
38	sistema eléctrico		x		15751,66	L1	K1		
39	Pruebas de funcionamiento		x		1320,00	M1	L1		
40	Limpieza General del homo		x		1807,66	N1	M1		
41	Embalado		x		807,4	O1	N1		
42	Almacenamiento		x		1828,56	P1	O1		

FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

Grafico N° 5.1

Diagrama de operaciones del proceso de Hornos Rotativos



FUENTE: Industria Metálica Cotopaxi

ELABORADO: Tesista

3.14 Conclusiones

- Los recursos que la línea de proceso utiliza para la fabricación de Hornos Rotativos se aprovecharán y se manejarán con mayor responsabilidad optimizando tiempos de producción, operación de maquinaria, mano de obra y sobre todo mejorar la calidad del producto.
- Con una correcta distribución de la maquinaria y materia prima permitirá que el flujo del proceso mejore en un 50%.
- Este estudio servirá de referencia para realizar en otras metalmecánicas que requieran aumentar su producción.
- Las tareas eliminadas ayudara a la línea de producción maximizando, con el tiempo ahorrando se enfocara en producir más piezas que conforman el Horno Rotativo.
- El estudio ha demostrado que se pueden aumentar y superar los niveles productivos de una empresa de productos o servicios.

3.15 RECOMENDACIONES

- Es necesario socializar los planos y la estructuración del Horno Rotativo a los operarios esto evitara los reprocesos por falta de información y mejoras en las actitudes delos operario.
- Diseñar e implementar programas de mantenimiento industrial tanto preventivo como Correctivo a todos los dispositivos mecánicos basados en la aplicación del chek list con la finalidad de mantener y detectar anomalías en la maquinaria productiva de la planta.
- Aplicar el trabajo realizado para futuras adecuaciones o ampliación de la planta y de su línea de producción.
- Se debe aplicar la metodología de las 5S que ayudan al orden de materia prima y herramientas manuales el cual ayudará a eliminar pérdidas de tiempo por buscar las mismas.

BIBLIOGRAFÍA.

Citada.

- BAIN, David. **Productividad la solución a los problemas de la empresa**, Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Primera edición 1999. México.
- CASTANYER, Francesc. **Cómo mejorar la productividad en el taller**, Editorial Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V. Primera edición 1999. México.
- GARCIA CRIOLLO, Roberto. **Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos**, Editorial Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Edición 2009. México.
- HODSON, William K. **Maynard-Manual del Ingeniero Industrial**, Editorial Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Duodécima edición 2009. México.
- MEYERS, Fred E. **Estudio de tiempos y movimientos**, Editorial Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Segunda edición 2002.
- NIEBEL, Benjamín W. **Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo**, Editorial Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Duodécima edición 2009. México.

Consultad.

- Camilo Janania Abraham. **Manual de tiempos y movimientos** – Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES Edición 2008. México.

- George Kanaway - Introducción al estudio del trabajo OIT. Cuarta Edición 1996.
- Hodson, William k. Maynard. Manual del ingeniero industrial tomo I, Editorial McGRA W – HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A. de C.V. Edición 1998. México.
- Josep M. Vallhorat y Albert Corominas. Localización, Distribución en planta y Manutención. Editorial marcombo BIOXIAREU EDITORES S.A. Edición 1991 España.
- Manual de distribución en planta – Editorial Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana (CEEI CV) Edición 2008.
- Niebel – Benjamín. Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del trabajo, Editorial McGRA W - HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A. de C.V. Duodécima edición 2009. México
- Roberto García Criollo. Estudio del trabajo. Segunda Edición McGRA W - HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A.

Electrónica.

- http://campuscurico.utalca.cl/~fespinos/22-Metodos_tiempos.pdf
- http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/972/7/Capitulo_3.pdf

ANEXO N°1

ENTREVISTA DIRIGIDA EL JEFE DE PRODUCCIÓN DE HORNOS ROTATIVOS.

Postulante: Nelson Alomoto.

Título del trabajo de investigación: “ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS DEL PROCESO PRODUCTIVO PARA EL DISEÑO DE UN PLAN DE PRODUCCIÓN EN LA SECCIÓN HORNOS ROTATIVOS DE LA EMPRESA INDUSTRIA METÁLICA COTOPAXI”Por favor contestar el cuestionario propuesta.

Instrucciones:

Conteste con veracidad y objetividad propuesta.

1. ¿Cree usted que la fabricación de hornos rotativos optimiza al máximo todos los tiempos y movimientos que existen en el mismo?

.....
.....
.....
...

2. ¿Cree que el actual sistema de producción es eficiente?

.....
.....
.....
...

3. ¿Cuáles son las causas de los principales problemas que existen en la línea de proceso?

.....
.....
.....
...


4. ¿Cree usted que la estructura en su línea de proceso son adecuadas para optimizar los tiempos y movimientos?

.....
.....
.....
.....


5. ¿Cree usted que existen tiempos muertos en la línea de proceso actual?


.....
.....
.....
.....

ANEXO N° 2

	FORMATO DE EVALUACIÓN 5 "S"	N°				
		Rev: 00	pag: 1/1			
Responsable:						
Fecha:			Sección:			
Descripción	valores asignados					comentario y notas para el siguiente nivel de mejora
	1	2	3	4	5	
SEIRI - Clasificar "Mantener solo lo necesario"						
¿Hay objetos innecesarios, chatarra y basura en los pasillos?						
¿Existen equipos, herramientas y materiales innecesarios?						
¿En armarios y estanterías hay cosas innecesarios?						
¿Hay cables y objetos en áreas de circulación?						
SUMA TOTAL:	0				/0.2=	0
SEITON - Organizar "Una lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"						
¿Hay materiales fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?						
¿Están materiales o herramientas fuera del alcance del operario?						
¿Los armarios, equipos, herramientas, materiales, están identificados?						
¿Le falta delimitación e identificación al área de trabajo y pasillos?						
SUMA TOTAL:	0				/0.15=	0
SEISO - Limpieza "Una área de trabajo impecable"						
¿Limpieza de armarios, estanterías, herramientas y mesas?						
¿Limpieza de máquinas y equipos?						
¿Limpieza de pisos?						
¿Eliminación de desechos, papel y chatarra?						
SUMA TOTAL:	0				/0.15=	0
SEIKETSU - Estandarizar "Todo siempre igual"						
¿El conoce y realiza la operación de forma adecuada?						
¿Solo están herramientas y equipo necesario para las operaciones en las estaciones de trabajo?						
¿Se aplican las 3 primeras S?						
¿Se mantiene un control visual?						
SUMA TOTAL:	0				/0.15=	0
SHITSUKE - Autodiciplina "Seguir las reglas y ser consistente"						
¿El personal conoce las 5 S, ha recibido capacitación al respecto?						
¿Se aplican las 4 primeras S?						
¿Se cumplen normas de la empresa?						
SUMA TOTAL:	0				/0.15=	0
Puntos posibles (pp)	80					
Puntos obtenidos (po)	0					
calificación (po/ppx100%)	0					
Criterio de aceptación						
No satisfactorio: Menor a 79%						
Aprobado: Igual o mayor a 80%						

ANEXO N° 3

		INSPECCIÓN DE MAQUINAS SOLDADORAS						
EQUIPO:	MARCA:	MODELO:	Pag 1 de 1					
TECNICO:	FRECUENCIA:	CODIGO:	FECHA:					
ESTADO: B = Bueno, R = Regular, M = Malo								
PROCESO	ESTADO			SE CORRIGIO		GENERA ORDEN DE MANTENIMIENTO		OBSERVACIONES
	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Sistema electrico								
Revisar Funcionamiento electrico (interruptores)								
Unidad de alimentacion de hilo								
Motor de arrastre de hilo								
Rodillo de arrastre								
Rodillo guia								
Tornillo de regulacion de presion								
Circuito de gas protector								
Botella de gas								
Manoreductor y caudalimetro								
Electrovalvula de paso de gas								
Pistola de soldadura								
Pulsador de empuñadura								
Difusor								
Tip								
Tobera								
Manguera								
OBSERVACIONES:								

		INSPECCIÓN DE MAQUINAS HIDRÁULICAS						
EQUIPO:	MARCA:	MODELO:	Pag 1 de 1					
TECNICO:	FRECUENCIA:	CODIGO:	FECHA:					
ESTADO: B = Bueno, R = Regular, M = Malo								
PROCESO	ESTADO			SE CORRIGIO		GENERA ORDEN DE MANTENIMIENTO		OBSERVACIONES
	B	R	M	SI	NO	SI	NO	
Sistema electrico								
Revisar Funcionamiento electrico (interruptores)								
Sistema hidráulico								
Revisar posibles fugas de aceite								
Revisar nivel de aceite								
Revisar accionamiento hidráulico								
Revisar mangeras y racores								
Revisar ruidos extraños en la unidad de potencia								
Cilindro de la plegadora								
Topes traseros								
TranCHA								
Dispositivos de accionamiento								
Pedal								
Troquel								
Bastidor								

ANEXO N° 4
FOTOGRAFÍAS
PLANTA DE INDUSTRIA METALICA COTOPAXI



SECCIÓN HORNOS ROTATIVOS



GUILLOTINA HIDRAULICA



DOBLADORA MANUAL Y PLEGADORA HIDRAULICA



PUNZONADORA CNC



MESAS DE TRABAJO



ENSAMBLE DE HORNOS



PRODUCTO TERMINADO HORNOS ROTATIVOS

