



**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 PARA MEJORAR EL  
PROCESO EN EL TRANSPORTE DE MUESTRAS DEL HORNO  
ELÉCTRICO AL LABORATORIO POR PARTE DE LOS  
TRABAJADORES DE LA EMPRESA ACERÍA DEL ECUADOR C.A.  
ADELCA”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO INDUSTRIAL.**

**Autor:** VILLEGASGUANOLUISA KLEVER FABIAN.

**Director:** Ing. MsC. ESPÍN BELTRÁN XAVIER.

LATACUNGA – ECUADOR

NOVIEMBRE DEL 2013



## AUTORÍA

Yo, **Klever Fabian Villegas Guanoluisa**, con C.I. **050297365-4**, estudiante de la **Universidad Técnica de Cotopaxi**, de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Carrera de **Ingeniería Industrial** declaro expresamente ser el autor y responsable de las ideas, datos y resultados obtenidos en esta investigación y el patrimonio intelectual del Tema: **“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR EL PROCESO EN EL TRANSPORTE DE MUESTRAS DEL HORNO ELÉCTRICO AL LABORATORIO POR PARTE DE LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA “ACERÍA DEL ECUADOR C. A. ADELCA”**”.

---

Klever Fabian Villegas Guanoluisa.  
C.I. 050297365-4.

# 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 **VILLEGAS GUANOLUISA KLEVER FABIAN**, ha desarrollado su Tesis de Grado de acuerdo al planteamiento formulado en el Anteproyecto de Tesis con el tema: **“REALIZACIÓN DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR EL PROCESO EN EL TRANSPORTE DE MUESTRAS DEL HORNO ELÉCTRICO AL LABORATORIO POR PARTE DE LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA”**, 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, 06 de Agosto del 2013

EL DIRECTOR

.....  
Ing. MsC. ESPÍN BELTRÁN XAVIER.

C.C. ....

**DIRECTOR DE TESIS**





## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por darme la oportunidad de vivir cada día tratando de seguir haciendo mejor las cosas y alcanzar un escalón más del conocimiento en cada fase de mi vida.*

*A mis padres, hermanos, mi esposa y mis hijos por brindarme el apoyo incondicional y la fortaleza de seguir en adelante hasta alcanzar el propósito planteado.*

*A todos los docentes que conforman la Universidad Técnica de Cotopaxi, en especial a los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial por brindarme todos los conocimientos, y destrezas adquiridas en el trayecto de mi formación como profesional.*

*A la empresa Acería Del Ecuador C.A. ADELCA por permitirme realizar la presente investigación en el área de fundición, a la vez extender mi profundo agradecimiento por este medio al gerente de la Fundidora, a cargo del Ing. Andrés Albuja y a su equipo de trabajo que conforma la Ing. Paulina Gualotuña y el Ing. Marco Cárdenas.*

*Al Ing. Xavier Espín por su conocimiento y experiencia al aceptar el reto de dirigir este proyecto.*

*Mi profundo agradecimiento a todos ellos y que sigan en adelante.*

**Autor: Klever Fabian.**

## **DEDICATORIA**

*A mi Dios por darme la vida, la fuerza, y la sabiduría para enfrentarme a los retos y desafíos a través de todo mi trayecto estudiantil.*

*A mis padres **Luis Villegas y Matilde Guanoluisa** quienes me enseñaron el valor de la humildad, el respeto y la perseverancia durante mi vida. Mi gratitud y mi amor hacia ellos por traerme al mundo y brindarme la oportunidad de estar aquí.*

*A mis hermanos mi cariño, amor y gratitud por estar siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente en los momentos más difíciles.*

*A mi esposa y mis dos hijos **Kenny y Dylan** por brindarme siempre su apoyo y cariño durante estos últimos años, mi gratitud eterna a todos ellos por ser el motivo de seguir adelante cada día de mi vida.*

*A mis amigos, compañeros, y maestros quienes siempre supieron brindarme su confianza y empuje en todos los momentos que compartí con ellos.*

*Que Dios los bendiga a todos y siempre los proteja.*

**Autor: Klever Fabian.**

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>AUTORÍA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AVAL DEL DIRETOR DE TESIS.....</b>	<b>iv</b>
<b>CERTIFICADO DE LA EMPRESA ADELCA C.A.....</b>	<b>v</b>
<b>CERTIFICACION DE LA TRADUCCION DEL IDIOMA INGLÉS.....</b>	<b>vi</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>vii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>ix</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS.....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>xvii</b>

## Índice

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

1. Fundamentos Teóricos Sobre el Objeto de Estudio. ....	1
1.2. Objetivos .....	1
1.2.1 Objetivo general .....	1
1.2.2 Objetivos específicos .....	1
CUADRO N° 1 .....	2
Categorías fundamentales .....	2
1.3.1. Estudio de Tiempos y Movimientos.....	2
1.3.1.1. Tiempo .....	2
1.3.1.2. Movimiento .....	3
1.3.2. Precursores del estudio de tiempos y movimientos. ....	4
1.3.4. Campo de aplicación. ....	5
1.4. Estudio de Tiempos. ....	6
1.4.1. Requisitos para la toma de tiempos.....	7
1.4.2. Formas para el estudio de tiempos .....	9
1.4.3. Requisitos para la toma de tiempos.....	9
1.4.4. Selección del operario .....	10
1.4.5. Formas o técnicas para el estudio de tiempos. ....	11
1.4.5.1. Técnicas en la Toma de Tiempos. ....	11
1.4.5.2. El factor humano en la toma de tiempos.....	12
1.4.5.3. Ambiente físico en el trabajo.....	12
1.4.6. Métodos para el estudio de tiempos .....	13
1.4.6.1. Método continuo .....	13
1.4.7. Pasos para el estudio de tiempos.....	14
1.4.8. Proceso .....	16
1.4.8.1. Diagrama de Procesos. ....	16
1.4.8.2. Diagrama de proceso de flujo .....	17
1.4.9. Clases de Tiempos.....	18
1.4.9.1. Tiempo estándar .....	18
1.4.9.2. Tiempo normal .....	19
1.4.9.3. Tolerancias .....	19
1.4.9.4. Balance de líneas.....	20
1.5. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS .....	21
1.5.1. Economía de movimientos.....	22
1.5.2. Técnicas de estudio de movimientos .....	23
1.5.3. Movimientos fundamentales usando therbligs (Este término es el apellido de Frank Gilbreth deletreado al revés). GILBRETH, Frank B. (2012; pág. 199 manifiesta que: “therbligs es el conjunto de movimientos fundamentales básicos para el estudio de movimientos”.....	24
1.5.4. Diagrama de procesos de bimanual. ....	26
1.4.6. Productividad .....	28
1.5. Método de Transporte .....	28
1.6. Glosario de términos .....	29
2.1. Caracterización general de la empresa.....	32

2.1.1. Historia.....	32
2.1.3. Política de Gestión Integrada. ....	32
2.1.4. Visión .....	33
2.1.5. Misión .....	33
2.1.6. Valores.....	33
2.1.7. Exportaciones.....	33
2.1.8. Reciclaje.....	34
2.1.9. Gestión Integral.....	34
2.1.10. Derechos Humanos .....	36
2.1.11. Normas Laborales .....	36
2.1.12. Medio Ambiente.....	36
2.2. Métodos de investigación.....	37
2.2.1. Inductivo-Deductivo .....	37
2.2.2. Analítico-Sintético .....	37
2.3. Tipos de investigación.....	37
2.3.1. Investigación exploratoria.....	37
2.3.2. Investigación de campo.....	37
2.4. Población o Universo de Investigación.....	38
2.5. Aplicación de encuestas y entrevista.....	38
2.6. Análisis de los resultados de la encuesta aplicada a los trabajadores de la planta de fundición de acero en el proceso del transporte de muestras de acero al laboratorio. ....	39
2.7. Análisis de los resultados de la entrevista aplicada al Ingeniero de producción y a la Ingeniera de calidad de la planta de fundición de acero en el proceso del transporte de muestras de acero al laboratorio. ....	47
2.8. Verificación de la hipótesis .....	49
3.1. Análisis de observación.....	54
3.1.1. Descripción del proceso .....	54
3.2. Observaciones de tiempos actuales .....	55
3.3. Tiempo normal .....	60
3.4. Tiempo estándar .....	63
3.5. Eficiencia (E) .....	68
3.6. Producto defectuoso o Porcentaje defectuoso (P).....	69
3.8. Conclusiones: .....	73
3.9. Recomendaciones: .....	74
3.10. PROPUESTA ALTERNATIVA.....	75
3.10.1. TEMA: .....	75
3.10.2. Presentación de la propuesta. ....	75
3.10.3. Justificación .....	76
3.10.4. Objetivos: .....	77
3.10.4.1. Objetivo general. ....	77
3.10.4.2. Objetivos específicos. ....	77
• Determinar tareas que sean innecesarias dentro del proceso para una mejor fluidez en la extracción de muestras de acero. ....	77
• Analizar las tareas realizadas en el transcurso del proceso de extracción de muestras de acero para establecer los tiempos estándares necesarios evaluando porcentajes de tiempos suplementarios, (necesidades personales, fatiga y especiales). ....	77

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar un proceso dentro de las actividades disminuyendo tiempos muertos, simplificando tareas innecesarias, y estandarizando tiempos para reducir los costos de producción en un horario normal de trabajo. ....</li> </ul>	77
3.10.5. Impacto social .....	77
3.10.6. Impacto técnico .....	78
3.10.7. Impacto económico .....	78
3.10.8. Estructura de la propuesta. ....	78
3.10.9. DESARROLLO DE LA PROPUESTA. ....	79
3.10.9.1. Determinación del número de observaciones basadas en la tabla Westinghouse y su producción anual. ....	79
3.10.9.2. Observación y registro de tiempos mediante el formato establecido. ....	81
3.10.10. Promedio de tiempo de acuerdo a los datos observados. ....	85
3.10.10.1. Promedio de tiempo observado menos desviación media. ....	86
3.10.11. Simplificación de tareas innecesarias que agiliten el proceso de extracción, transporte y análisis de la muestra de acero. ....	90
3.11. Descripción del proceso propuesto. ....	93
3.11.1. Instructivo propuesto para el desarrollo del proceso. ....	94
3.11.2. Tiempo propuesto para la ejecución de tareas. ....	95
3.11.3. Cálculo del tiempo normal con el nuevo instructivo. ....	96
3.11.4. Cálculo de suplementos dentro del proceso .....	99
3.11.5. Cálculo del tiempo estándar. ....	99
3.11.6. Ahorro de tiempo estimado con la propuesta planteada. ....	102
3.11.7. Balance de la línea .....	103
3.11.7. Costo de producción por muestra. ....	106
3.11.8. Diagrama de recorrido de la operación propuesto .....	108
3.11.8. CONCLUSIONES .....	111
3.11.9. RECOMENDACIONES: .....	112
BIBLIOGRAFÍA .....	113
LINKOGRAFÍA: .....	114

## Índice De Cuadros

Cuadro N° 1 Categorías Fundamentales.....	3
Cuadro N° 2 Diagrama de Procesos.....	16
Cuadro N° 3 Simbología a Emplearse.....	17
Cuadro N° 4 Clasificación de Therbligs.....	25
Cuadro N° 5 Movimientos Eficientes Realizados por el Trabajador.....	26
Cuadro N° 6 Población de Investigación.....	37
Cuadro N° 7 Condiciones y el Medio Ambiente Laboral.....	39
Cuadro N° 8 Demoras y Movimientos Innecesarios para la Extracción de Muestras.....	40
Cuadro N° 9 Tiempo Que Tiene El Operador En La Extracción, Trasporte Y Análisis De Muestras De Acero Opimo.....	41
Cuadro N° 10 Ruta Actual Para Transitar del Laboratorio Al Horno Eléctrico.....	42
Cuadro N° 11 Retrasos Del Proceso Del Análisis De La Muestra De Acero.....	43
Cuadro N° 12 Conocimiento De Estudio De Tiempos Y Movimientos.....	44
Cuadro N° 13 Acuerdo De Ser Parte De Un Estudio De Tiempos Y Movimientos.....	45
Cuadro N° 14 Entrevista aplicada Al Ingeniero De Producción.....	46
Cuadro N° 15 Entrevista Aplicada A La Ingeniera De Calidad.....	47
Cuadro N° 16 Numero De Observaciones De Tiempos Actuales.....	50
Cuadro N° 17 Formato Primera Observación De Tiempos.....	52
Cuadro N° 18 Tiempos Actuales.....	53
Cuadro N° 19 Ritmo De Trabajo.....	55
Cuadro N° 20 Tiempo Normal.....	56
Cuadro N° 21 Tiempo Estándar.....	58
Cuadro N° 22 Índice De Producción Por Turno De Trabajo.....	62
Cuadro N° 23 Índice De Perdida En La Producción Por Turno De Trabajo...	64
Cuadro N° 24 Análisis Del Recorrido.....	65
Cuadro N° 25 Tabla Westinghouse.....	75
Cuadro N° 26 Formato De Hoja De Tiempos.....	77
Cuadro N° 27 Promedio De Tiempo Cronometrado Por Operación.....	79
Cuadro N° 28 Tiempo Cronometrado Menos Desviación Media.....	82
Cuadro N° 29 Estadística De Tiempo Observado De Las Tareas Del Proceso.....	83
Cuadro N° 30 Tareas Eliminadas y Simplificadas.....	85
Cuadro N° 31 Tareas Eliminadas.....	86
Cuadro N° 32 Tareas Simplificadas.....	86
Cuadro N° 33 Desarrollo Propuesto.....	88
Cuadro N° 34 Tiempo Propuesto Para Las Tareas.....	89
Cuadro N° 35 Tiempo Normal De Las Operaciones.....	92
Cuadro N° 36 Calculo De Suplementos.....	93
Cuadro N° 37 Tiempo Estándar De Las Operaciones.....	95
Cuadro N° 38 Tiempo Primera Observación.....	96
Cuadro N° 39 Tiempo De Acuerdo A La Propuesta.....	96
Cuadro N° 40 Tiempo Estándar Para Balance De Línea.....	99
Cuadro N° 41 Costo Muestra Anterior.....	101
Cuadro N° 42 Costo Muestra Actual.....	101
Cuadro N° 43 Diagrama Del Proceso Del Horno Eléctrico.....	102

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1. Resultados tabulados pregunta 1.....	39
GRÁFICO N° 2. Resultados tabulados pregunta 2.....	40
GRÁFICO N° 3. Resultados tabulados pregunta 3.....	41
GRÁFICO N° 4. Resultados tabulados pregunta 4.....	42
GRÁFICO N° 5. Resultados tabulados pregunta 5.....	43
GRÁFICO N° 6. Resultados tabulados pregunta 6.....	44
GRÁFICO N° 7. Resultados tabulados pregunta 7.....	45
GRÁFICO N° 8. Diagrama de proceso de flujo.....	59
GRÁFICO N° 9. Diagrama de procesos de la operación.....	61
GRÁFICO N° 10. Representación gráfica del ahorro de tiempo.....	97



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA:**

**“ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA MEJORAR EL PROCESO EN EL TRANSPORTE DE MUESTRAS DEL HORNO ELÉCTRICO AL LABORATORIO POR PARTE DE LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA”**

**Autor: Klever Fabian Villegas Guanoluisa**

**Director: Ing. MsC. ESPÍN BELTRÁN XAVIER.**

### **Resumen**

Esta investigación fue realizada en la Empresa Acería del Ecuador C. A. ADELCA, ubicada en la Parroquia de Aloag, empresa dedicada al reciclaje de chatarra metálica y producción de materiales de acero para la construcción. La materia prima base para realizar estos procesos es la chatarra metálica. Mediante la necesidad de obtener una mejor producción en menor tiempo se ha visto necesario realizar un estudio para determinar las falencias que se podía encontrar dentro del proceso del transporte de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio en el área de la fundidora. Por ello fue importante realizar un análisis de tiempos y movimientos, con el propósito de determinar el porcentaje de eficiencia en las distintas actividades que corresponden dentro del proceso, métodos de trabajo más eficientes, y el y el planteamiento de un tiempo y actividades estandarizadas para la ejecución de algunas tareas que requerían un tiempo óptimo de operación. Finalmente se plantean alternativas para estandarizar actividades, readecuar la ruta por la cual se dirigen los operadores al momento del transporte de muestras con esto podemos optimizar la producción de palanquilla metálica y disminuir las tareas y reducir los tiempos de operación, con ello se da cumplimiento a la misión y visión de la empresa.



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

#### **THEME:**

**“TIME AND MOTION STUDY FOR IMPROVING THE SAMPLES IN THE TRANSPORT OF STEEL ELECTRIC OVEN TO LABORATORY BY WORKERS OF ACERÍA DEL ECUADOR C. A. ADELCA COMPANY”**

**Author: Klever Fabian Villegas Guanoluisa**

#### **ABSTRACT**

This research was conducted at Acería del Ecuador C. A. ADELCA Company, located in the parish of Aloag, a company dedicated to the recycling of scrap metal and steel production of materials for construction. The feedstock for these processes is the metal scrap. Through the need for better production in less time it has been necessary carry out a study to determine the flaws to be found in the process of transporting steel samples to the laboratory electric oven in the smelter area. So it was important to make an time and motion analysis in this section of the plant, for the purpose of determining the percentage of efficiency in the various activities that are within the process, more efficient working methods, and the approach of a time and standardized activities for the execution of some tasks requiring optimal operating time. Therefore was important to make a time and movement analysis, in order to determine the percentage of efficiency in the various activities that are part of the process, more efficient working methods, and the approach of a standardized time and activities for the execution of some tasks requiring optimal operating time. Finally in the third chapter propose alternatives to standardize activities, readjust the route by which operators are directed transport when samples with this we can optimize production and lower metal billet tasks and reduce operating times, thereby giving effect to the mission and vision of the company

## INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, las empresas requieren de una estimación en los tiempos de cualquier proceso, para así poder medir o cuantificar la producción que se requiere, también ha sido de gran importancia el desarrollo de la electricidad ya que esto ha permitido la introducción del horno eléctrico a escala industrial para fabricar acero.

Dentro del proceso de fundición de acero, en Acería del Ecuador C.A. Adelca, se ha constatado que al momento de extraer, transportar, preparar y analizar la muestra de acero, para verificar la consistencia química de acero dentro de sus normas de producción, tomada del horno eléctrico, tienen un tiempo determinado, el cual tiende a demorar la evacuación del acero fundido, es por eso que con el estudio de tiempos y movimientos se podrá optimizar el tiempo y estandarizar y eliminar algunas actividades que realizan los operadores del laboratorio de calidad.

En el Ecuador ya se ha venido realizando este tipo de proyectos que ha sido de gran ayuda para las empresas en las que se ha ejecutado un estudio de tiempos y movimientos, y en la provincia de Pichincha , en la ciudad de Quito se ha realizado un Estudio de Tiempos y Movimientos para Mejorar el Proceso de Organización, Almacenamiento y Despacho de Productos Terminados en una fábrica de Artículos Plásticos Para El Hogar y previa la investigación realizada en los archivos de la Facultad de Ingeniería Industrial, de la Universidad Técnica de Cotopaxi existe un proyecto de tesis sobre tiempos y movimientos para mejorar la producción en la empresa HUEVOS NATURALES ECUADOR el mismo que sirvió como soporte para desarrollar el tema de tesis, y en la fábrica ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA se está realizando un estudio de tiempos y movimientos el cual nos ayudara a determinar la cantidad de tiempos y movimientos innecesarios que existen en el transporte de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio en el departamento de Acería, el mismo que nos ayudara a optimizar el proceso y elevar la producción de acero en el menor

tiempo, haciendo que la empresa sea más eficiente y competitiva dentro del mercado nacional.

El estudio de tiempos es una técnica que nos ayuda a determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento ya preestablecido.

### **Hipótesis**

En la presente investigación se formuló la siguiente hipótesis:

**¿La realización de un estudio de tiempos y movimientos, mejorará el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras de acero, mediante el estudio de campo para identificar las falencias que limitan el flujo de evacuación de colada de acero en la empresa “ACERIA DEL ECUADOR C.A. ADELCA”?**

Dentro del proceso actual de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras de acero, en base a los análisis que se ha realizado se ha podido identificar que existen algunas actividades que no corresponde realizar a los operadores que transportan, preparan y analizan las muestras y dentro del recorrido que realiza el operador tiene ciertos riesgos que pueden afectar a su integridad física y a su salud, ya que en este trayecto encontramos escalones que deben ser atravesados, así como cables energizados con elevados voltajes, también el ambiente en el área del horno presenta un nivel de ruido que sobrepasa los 85 decibeles permisibles, produciendo estrés laboral por el tiempo de exposición y agotamiento físico, reduciendo el desempeño en los operadores al final de cada turno.

Todos estos factores corroboran a la hipótesis planteada debido a que el estudio de tiempos y movimientos nos ayudará a mejorar el proceso mediante el estudio de

campo para identificar las falencias que limitan el flujo de evacuación de colada de acero.

La situación actual de la empresa nos permite evaluar mejoras al proceso, a través de esta evaluación se puede determinar operaciones y actividades innecesarias que retrasan el proceso de producción.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1. Fundamentos Teóricos Sobre el Objeto de Estudio.**

#### **1.2. Objetivos**

##### **1.2.1 Objetivo general**

Realizar el estudio de tiempos y movimientos mediante la investigación de campo para mejorar el transporte de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio por parte de los trabajadores de la empresa “ACERIA DEL ECUADOR C.A. ADELCA”

##### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Diseño de un nuevo instructivo de trabajo para mejorar el transporte de muestras del horno eléctrico al laboratorio por parte de los trabajadores de la empresa.
- Minimizar el tiempo y movimiento requerido para la ejecución de trabajos mediante un análisis de diversos desplazamientos que efectúa un cuerpo en el transporte de muestras de acero.
- Mejorar el proceso y la productividad en el transporte de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio en la empresa ACERIA DEL ECUADOR C.A ADELCA.

## CUADRO N° 1

### Categorías fundamentales



#### 1.3.1. Estudio de Tiempos y Movimientos

##### 1.3.1.1. Tiempo

El tiempo permite ordenar los sucesos en secuencias, estableciendo un pasado, un futuro y un tercer conjunto de eventos ni pasados ni futuros respecto a otro. Su unidad básica en el sistema internacional es el segundo, cuyo símbolo es S, e implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y retrasos inevitables, el analista de estudios de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos, cada una de estas técnicas tiene aplicación en ciertas condiciones.

En esta investigación se tomara como punto prioritario el tiempo ya que este permite llevar los sucesos que están inmersos dentro del proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de las muestras de acero tomadas del horno eléctrico de forma ordenada para así poder medir el tiempo que toma cada actividad.

### **1.3.1.2. Movimiento**

Es un fenómeno físico que se define como todo cambio de posición que experimentan los cuerpos en el espacio, con respecto al tiempo y a un punto de referencia, variando la distancia de dicho cuerpo con respecto a ese punto o sistema de referencia, describiendo una trayectoria. Para producir movimiento es necesaria una intensidad de interacción o intercambio de energía que sobrepase un determinado umbral.

También se puede definir al movimiento como el cambio de posición de los objetos o cuerpos desde un punto de referencia. Al cuerpo que se mueve se le llama móvil. Sin embargo, los cuerpos no se mueven solos, para que exista movimiento es necesario que se aplique una fuerza al objeto. Conocer cómo se mueven los objetos ha permitido inventar muchas cosas útiles que facilitan la vida diaria de las persona.

Este proyecto nos ayudara a conocer todos los movimientos que realiza un operador que es el cuerpo y una muestra de acero o sus herramientas que es el objeto de una posición a otra dentro de sus actividades correspondientes al proceso de extracción, transporte, preparación y análisis.

### 1.3.2. Precursores del estudio de tiempos y movimientos.

NIEBEL, Benjamín (2009, p. 9) en su libro **“MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO”**, manifiesta que:

“En 1881, 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 cual 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”.

En este proyecto nos ayudará a coordinar las actividades de las tareas mediante la planificación y distribución del personal de producción y calidad para poder medir e identificar los tiempos en cada una de las actividades que está compuesto el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de las muestras del horno eléctrico.

También promulgó el análisis de tareas por elementos o método correcto para hacer las cosas mediante un incentivo salarial, a lo que se podría llamar inicio de un estudio de movimientos.

Fue Frank B. Gilbreth y su esposa Lillian, quienes iniciaron la práctica de la técnica moderna del estudio de movimientos, esto a través de los movimientos del cuerpo humano ejecutados para realizar una operación laboral determinada.

Básicamente ayudo a mejorar la eliminación de los 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 y por último estableció

el uso de los therbligs, señalando 17 movimientos fundamentales en el trabajo, de tal forma hacerlo menos fatigoso y más productivo para el operario.

#### **1.3.4. Campo de aplicación.**

Desde el inicio de los estudios en tiempos y movimientos, la base principal ha sido la obtención de un tiempo estándar estimado de producción para cada una de las operaciones realizadas por un trabajador y de movimientos del cuerpo humano que deben ser ejecutados para lograr un rendimiento más efectivo en las líneas de producción, esto claro tomando en cuenta las limitaciones en cada una de las empresas en estudio.

En la empresa ACERIA de Ecuador C.A. ADELCA es el campo de aplicación donde se llevara a cabo la investigación con los operadores del laboratorio de calidad donde se realizaran las siguientes actividades: colocación del EPP. (Equipos de Protección Personal), dirigirse al horno eléctrico, tomar los instrumentos para la extracción de las muestras de acero, dirigirse al área de preparación y proceder al análisis correspondiente de la muestra de acero.

#### **La medición del trabajo puede ser utilizada para propósitos como:**

1. Evaluar el comportamiento del trabajador: comparando la producción real durante un período dado de tiempo con la producción estándar determinada por la medición del trabajo.
2. Planear las necesidades de la fuerza de trabajo: para determinar qué tanta mano de obra se requiere para realizar el trabajo en el proceso determinado.
3. Determinar la capacidad disponible: para un nivel dado de fuerza de trabajo y disponibilidad de equipo. Este propósito es lo contrario al número 2.
4. Determinar el costo o el precio de un producto: esta actividad descansa en la medición del trabajo siempre que el costo sea una base del precio.

5. Comparación de métodos de trabajo: la medición del trabajo puede proporcionar la base para la comparación de la economía de métodos. Esta es la esencia de la administración científica, ya que idea el mejor método con base en estudios rigurosos de tiempos y movimientos.

6. Facilitar los diagramas de operaciones a todos los operadores del proceso de extracción de muestras.

7. Establecer incentivos salariales: para lo cual el tiempo estándar debe actualizarse constantemente.

A partir de esto se puede entender que el campo de aplicación del estudio de tiempos y movimientos es muy extenso, puesto que busca dentro de una empresa mejorar, para facilitar más la realización del trabajo y que permitan que éste se haga en el menor tiempo posible, con buenos procedimientos de producción y con una menor inversión, de tal forma incrementar utilidades. Esto es de suma importancia puesto que actúa no solo en la industria de manufactura sino que puede ser aplicado en una empresa de servicio, logrando de igual forma obtener los mismos resultados si es aplicado correctamente.

#### **1.4. Estudio de Tiempos.**

MAYNARD, Harold (2008, p. 13-19) en su libro “**MANUAL DEL INGENIERO INDUSTRIAL**” define al estudio de tiempos como:

“El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado”.

Para este proyecto nos ayudara a identificar el procedimiento que se deberá utilizar tomando en cuenta al operador más adiestrado y rápido que podamos encontrar para realizar las actividades del proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras del horno eléctrico.

### **1.4.1. Requisitos para la toma de tiempos**

Para que un de tiempos pueda llevarse a cabo debe tomarse en cuenta los siguientes requisitos, esto por supuesto luego de la autorización por parte de gerencia:

1. Tomar en cuenta que el operador domine perfectamente el método utilizado en el proceso de producción.
2. Que el método utilizado esté estandarizado en todos los puntos y que sea conocido por todos los integrantes de la estación de trabajo en estudio.
3. Tener definidas las condiciones de trabajo.
4. Dar a conocer el estudio de tiempos si existiera sindicato en la empresa.
5. El analista de tiempos debe de involucrarse en los detalles de las operaciones.
6. El analista debe de asegurarse que el método a utilizar sea el correcto o el más indicado, según las necesidades y condiciones actuales.
7. El supervisor debe de asegurarse de tener materia prima disponible para evitar que falte en el estudio.
8. Elegir al mejor operador promedio competente y experto para obtener resultados más satisfactorios.
9. Informar al operador del estudio y explicar su por qué y a toda aquella pregunta pertinente que solicite el operador en relación con el estudio.
10. Todas las partes ser altamente responsables (analista, operador, sindicato, gerencia, supervisor).

**Para realizar un estudio del tiempo, se debe:**

1. Dividir el trabajo en elementos.
2. Desarrollar un método para cada elemento.
3. Seleccionar y capacitar al (los) trabajador (trabajadores).
4. Muestreo del trabajo.
5. Establecer el estándar.

**Equipo para el estudio de tiempos**

El equipo mínimo requerido para realizar un programa de estudio de tiempos incluye:

- Cronómetro,
- Tablero de apoyo con sujetador
- Forma para el estudio de tiempos
- Lápiz
- Flexómetro
- Calculadora o computadora personal
- Un equipo de videograbación también puede ser muy útil.

Estos equipos o materiales son los básicos para el comienzo en la realización de un estudio de tiempos, por lo cual el analista tendrá lo necesario e indispensable para la toma y registro del tiempo para los procesos productivos, además el analista debe estar bien capacitado.

#### **1.4.2. Formas para el estudio de tiempos**

NIEBEL, Benjamin W. (2009), expresa:

“Todos los detalles del estudio se registran en una forma de estudio de tiempos, la forma proporciona espacio para registrar toda la información pertinente sobre el método que se estudia, las herramientas utilizadas, etc. la operación en estudio se identifica mediante información 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 prevalecientes”. (p.331).

En este proyecto se registrará toda la información pertinente que corresponde a máquinas, dispositivos, materiales y operadores, la cual proporciona los espacios necesarios para registrar la información necesaria sobre el proceso de estudio, mientras más información se registre más útil será el estudio.

En el registro es favorable obtener la mayor cantidad de datos que corresponden al estudio de tiempos, debido a que con los formatos que se realicen se podrá denotar problemas que estén interfiriendo con los procesos productivos, también estos nos podrán servir como referencias para la realización de nuevos registros de datos oportunamente.

#### **1.4.3. Requisitos para la toma de tiempos**

Se debe tomar ciertos requisitos para que se lleve a cabo la realización de un estudio de tiempos:

- Paciencia y autodominio.
- Honradez y honestidad
- Pedir permiso a la gerencia.
- Verificar que el trabajador domine correctamente la operación que está ejecutando.
- Tener definidas las condiciones de trabajo.
- Socializar sobre el estudio de tiempos con todos los trabajadores que van a estar inmersos en el proyecto investigativo.
- Los analistas del estudio deben familiarizarse con el proceso y todos los detalles que pueden existir en la misma.
- Los investigadores deben buscar el método correcto para la realización del estudio de acuerdo a las necesidades existentes
- El jefe de producción debe asegurarse de contar con todos los recursos y materiales necesarios durante el proceso para la realización del estudio.
- Elegir al mejor operador promedio para que la toma de tiempos sea más eficiente.

#### **1.4.4. Selección del operario**

HODSON, William. (2009), manifiesta:

“El operario debe ser alguien que trabaje con buena habilidad y esfuerzo, y que use el método aprobado. Desde cualquier punto de vista, es mejor si el estándar cronometrado se basa en observaciones de un trabajador efectivo y cooperativo

que trabaje a un nivel de desempeño aceptable; como regla empírica, no es apropiado medir a un operario trabajando con una variación mayor al 25% arriba o abajo del 100%” (Sección 4. Cap.2, pág. 4.23).

Dentro de este proyecto como primer paso para iniciará el estudio de tiempos con el supervisor del departamento de calidad. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el supervisor como el analista de tiempos deberán estar de acuerdo en que el trabajo está listo para ser estudiado y se deberá elegir un operario calificado el cual conozca y domine perfectamente el método utilizado en el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras del horno eléctrico, ya que nos proporcionará datos más acertados y por consiguiente nos facilitará el estudio con un factor de desempeño correcto.

#### **1.4.5. Formas o técnicas para el estudio de tiempos.**

##### **1.4.5.1. Técnicas en la Toma de Tiempos.**

Cada técnica en la toma de tiempos influye en los datos obtenidos (estándar de tiempo), por esos es importante conocer cuáles son y cómo se aplican.

Varias técnicas que pueden ser utilizadas en la toma de tiempos:

1. Estudio cronométrico de tiempos.
2. Recopilación computarizada de datos.
3. Datos estándares.
4. Datos de los movimientos fundamentales o predeterminados.
5. Muestreos del trabajo.
6. Estimaciones basadas en datos históricos.

7. Predeterminados computarizados.

8. Programas propios de las empresas.

Para aplicar cualquiera de las técnicas debe tomarse en cuenta su efectividad en cuanto a mano de obra se refiere:

1. Directa: estudios de tiempos, datos predeterminados, datos estándares.

2. Indirecta: datos históricos, muestreos de trabajo.

Cada técnica podrá ser aplicada en ciertas condiciones. En nuestro estudio de tiempos se deberá determinar qué técnica utilizará luego del análisis particular del proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras del horno eléctrico.

#### **1.4.5.2. El factor humano en la toma de tiempos.**

Para realizar un estudio de tiempos es importante tomar en cuenta no solo los recursos de equipo, técnicas, requisitos; además debe tomarse en cuenta todos los factores que afectan la productividad del trabajo como lo es el ambiente de trabajo, físico, emocional y fisiológico del área o puesto de trabajo.

#### **1.4.5.3. Ambiente físico en el trabajo**

El ambiente físico cercano influye no solo sobre el desempeño y rendimiento (tiempos de operación) del operador y supervisor de línea, sino también en la calidad y confiabilidad el proceso productivo. Los factores ambientales físicos principales son:

- Ambiente visual.
- Ruidos.

- Vibraciones.
- Humedad.
- Temperatura ambiente.
- Contaminación atmosférica.

Cada uno debe ser estudiado de tal forma brindar al trabajador condiciones mínimas necesarias, lo cual ayudará mucho y repercutirá en los tiempos para efectuar un trabajo; ya que si un trabajador siente mucho calor debido a temperaturas altas no controladas padecería de cansancio, agotamiento, baja de presión etc. que indican los niveles permisibles de agudeza visual, de iluminación y ruido convenientes en un lugar de trabajo para un rendimiento más adecuado para el cuerpo humano.

#### **1.4.6. Métodos para el estudio de tiempos**

##### **1.4.6.1. Método continuo**

NIEBEL, Benjamin W. (2009), manifiesta:

“El método continuo para el registro de valores elementales es superior al de regresos a cero por varias razones. Lo más significativo es que el estudio resultante presenta un registro completo de todo el periodo de observación; como resultado complace al operario y al sindicato. El operario puede ver que no se dejaron tiempos fuera del estudio y que se registraron todos los retrasos y elementos extraños”. (pág. 337)

Este método se utilizará para el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras de acero del horno eléctrico el cual 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 haya

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 la cual se realizan estos estudios debido a que es más confiable.

#### **1.4.7. 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 observada, 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 cronómetro 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 (TTAE).
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 tiempo continuo, introducir la lectura en la columna LC (lectura del cronómetro); para tiempos con regresos a cero, introducir la lectura en la columna TO (tiempo observado).
5. Para un elemento extraño, indicar en la columna TN (tiempo normal) apropiada y registrar los tiempos en la sección de elementos extraños.
6. Una vez cronometrados todos los elementos, detener el cronómetro en el reloj maestro y registrar el tiempo de terminación.

7. Registrar la lectura como el tiempo transcurrido después del estudio (TTDE).
8. Sumar 1 y N Para obtener el tiempo de verificación = (TTAE + TTDE).
9. Restar 6 menos 1 Para obtener el tiempo transcurrido = (T terminado – T inicio).
10. Calcular el tiempo normal multiplicando el tiempo observado por la calificación  $TN = (TO * CALIF)$ .
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 =  $(TV + TE + TnoE)$ .
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.)  
 $T \text{ no contado} = (T \text{ transcurrido} - T \text{ registrado total})$ .
16. Dividir 15 entre 9 para obtener el error porcentual de registro. Se espera que este valor sea menor a 2%.

### 1.4.8. Proceso

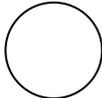
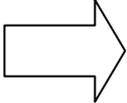
Con el registro y análisis de los procesos se trata de eliminar las principales deficiencias en ellos y además lograr la mejor distribución posible de la maquinaria, equipo y área de trabajo dentro de la planta.

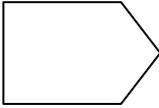
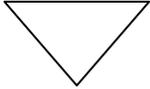
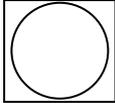
Para lograr este propósito, la simplificación del trabajo se ayuda de dos diagramas, que son el diagrama del proceso y el diagrama de flujo o circulación.

#### 1.4.8.1. Diagrama de Procesos.

Es una representación gráfica de los pasos que sigue cierta actividad productiva, identificada mediante símbolos y contiene toda la información necesaria para el análisis tales como distancia recorrida, cantidad y tiempo requerido. También con fines analíticos consta de la clasificación siguiente.

**Cuadro N° 2**  
**Diagrama de Procesos**

<b>Actividad</b>	<b>Definición</b>	<b>Símbolo</b>
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 lo inscrito en el cuadro.	

**Fuente:** García Criollo, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos

#### 1.4.8.2. Diagrama de proceso de flujo

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, los transportes, las inspecciones, las esperas y los almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis, por ejemplo el tiempo necesario y la distancia recorrida. Sirve para las secuencias de un producto, un operario, una pieza, etc.

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, 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

**Cuadro N° 3**  
**Simbología a emplearse**

Actividad	Símbolo	Resultado Predominante
Operación		Se produce o se realiza algo
Trasporte		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 del trabajo. Ingeniería de métodos.

### 1.4.9. Clases de Tiempos

#### 1.4.9.1. Tiempo estándar

El libro Maynard: Manual del Ingeniero Industrial Tomo I, por Hodson William. (2009), manifiesta que: El ANSI Standard Z94.0-1982 define al 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 del trabajo efectuada por personal calificado. Por lo general se establece aplicando las tolerancias apropiadas al tiempo normal”.

$$\mathbf{TE = TN + TN \times HOLGURA}$$

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.

#### **1.4.9.2. Tiempo normal**

El libro Maynard: Manual del Ingeniero Industrial Tomo I, por Hodson William. (2009), manifiesta que: 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”.

$$TN=TO\times C_{100}$$

TN= Tiempo normal

TO= Tiempo observado

C= calificación del desempeño del operario expresada como porcentaje

#### **1.4.9.3. Tolerancias**

El libro Maynard: Manual del Ingeniero Industrial Tomo I, por 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”.

En nuestro proyecto nos ayudará a identificar en general los elementos irregulares en el proceso, oportunidad de incentivar durante el tiempo de control de las máquinas, retrasos inevitables menores, tiempo de descanso para superar la fatiga y tiempo para las necesidades personales.

#### 1.4.9.4. Balance de líneas

El balance de líneas nos sirve para determinar el número necesario de operadores en una determinada operación, en la cual para la velocidad de producción depende del operador más lento, el libro Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, por Niebel Benjamin W. (2009), manifiesta:

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.

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 (p.45)

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

$$E = \frac{n_1 SM}{n_2 AM} \times 100$$

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:

$$N = Rx \quad AM = Rx \frac{SM}{E}$$

Dónde:

N=Número de operadores necesarios en la línea

AM=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.

$$\frac{\text{trabajadores} \times 60 \text{ minutos}}{\text{minutos estandar}} = \text{piezas/dias}$$

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

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

## 1.5. ESTUDIO DE MOVIMIENTOS

MEYERS, Fred E. (2010, p. 127) en su libro “**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**” define al estudio de movimiento como:

“Análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objeto es eliminar o reducir los movimientos ineficientes y facilitar y acelerar los eficientes, aumentando la tasa de producción”.

En nuestro proyecto nos ayudará a comprender las observaciones cuidadosa de la operaciones y la elaboración de un diagrama de proceso del operario, para poder identificar los movimientos necesarios e innecesarios dentro del proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de las muestras de acero.

### **1.5.1. Economía de movimientos.**

NIEBEL, Benjamín (2009, p. 1-2) en su libro **“MÉTODOS, ESTÁNDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO”**, manifiesta que:

“Los cambios continuos que ocurren en el entorno industrial y de negocios deben estudiarse desde el punto de vista económico y práctico. Estos incluyen la globalización del mercado y la estrategias de las corporaciones en un esfuerzo por ser más competitivas sin deteriorar la calidad”.

Para nuestro proyecto se deberá verificar, estandarizar y de ser posible eliminar alguna de las actividades que realizan los operadores en el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras del horno eléctrico tomando en cuenta las técnicas y principios de la economía de movimientos ya que no todos son aplicados en el estudio de movimientos, puesto que son mejor aprovechados en un estudio de micro movimientos.

Tres subdivisiones atendiendo:

**A.** Al uso del cuerpo humano.

**B.** A la disposición y condiciones en el lugar de trabajo

**C.** Al diseño de las herramientas y el equipo.

**A. Uso del cuerpo humano**, toma en cuenta que: ambas manos comienzan y terminan simultáneamente las operaciones (pueden ser diferentes en cada mano), no deben estar inactivas al mismo tiempo en el horario de trabajo; debe tenerse movimientos simétricos y simultáneos al alejarse o acercarse al cuerpo, para evitar fatiga o confusión; debe aprovecharse el ímpetu o impulso físico en la medida de lo posible; son preferibles los movimientos en línea curva y no los rectilíneos que impliquen cambios repentinos y bruscos; usar el menor número de therbligs en los movimientos desde dedos de la mano, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo

humano; ejecutar si es posible al mismo tiempo movimientos con las manos y movimientos con los pies; considerar la fuerza de los dedos para el soporte de cargas por largo tiempo, el cordial y pulgar son más fuertes; si se va accionar pedales con los pies el operador debe estar sentado; los movimientos con los brazos que requieran fuerza torsional deben estar con los codos flexionados.

**B. Disposición y condiciones en el sitio de trabajo:** debe destinarse un lugar fijo para todas las herramientas y materiales, para eliminar los therbligs buscar y seleccionar; debe utilizarse depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento para reducir los therbligs alcanzar y mover, debe disponerse si es posible de expulsores para retirar automáticamente el producto terminado.

Los materiales y herramientas deben estar colocadas en el perímetro normal de trabajo horizontal y vertical, proporcionar asientos cómodos si se van a realizar un trabajo sentado tomando en cuenta ergonomía, de igual forma para un trabajo de pie, tener ventilación, iluminación y temperatura adecuadas planear el ritmo de trabajo de tal forma sea con un ritmo fácil y natural.

**C. Diseño de herramientas y el equipo:** ejecutar si son posible las operaciones múltiples en el uso de herramientas o equipo; los elementos de control de las piezas deben estar accesibles al operador en cuanto a posición y fuerza a utilizar, las piezas que se están trabajando deben sostenerse por medios de dispositivos de sujeción; si es posible hacer uso de herramientas mecanizadas, eléctricas u otro tipo para realizar las tareas de apretar tuercas y tornillos.

### **1.5.2. Técnicas de estudio de movimientos**

Las técnicas para la observación de los movimientos en el trabajo pueden ser a través de:

1. Técnica cinematográfica o de micro movimientos.

2. Técnica de proyección lenta cinematográfica para movimientos.

### 3. Observación directa.

Las técnicas de movimientos con respecto al propósito de uso, tienen tres categorías principales:

1. Usadas para ayudar a la determinación de la clase de cambio aparentemente más factible: guía de posibilidades preliminares, guía de posibilidades detallada, análisis de la actividad del trabajo, muestreo del trabajo.
2. Usadas para delinear las unidades de salida o producto terminado, también tomada como un aspecto preliminar para trabajar o para uso en el estudio de tiempos: análisis de la unidad de trabajo, análisis de la actividad del trabajo, análisis de la unidad de trabajo, análisis de la actividad de trabajo.
3. Usadas para ayudar al examen, en el detalle apropiado, de la manera de realizar el trabajo: Análisis de la actividad del trabajo, muestreo del trabajo, carta de proceso –análisis del producto, carta de barras horizontales de tiempo, diagrama de redes, carta de proceso – análisis del hombre, carta de análisis del flujo de información, carta de operación, carta de análisis de actividad múltiple, análisis de micro movimientos, análisis de memo movimientos, diagrama bi manual.

Todas las técnicas tienen flexibilidad de uso, lo cual indica que pueden ser utilizadas según la necesidad y recursos disponibles; pueden usarse en conjunto para mejores resultados.

**1.5.3. Movimientos fundamentales usando therbligs** (Este término es el apellido de Frank Gilbreth deletreado al revés). GILBRETH, Frank B. (2012; pág. 199 manifiesta que: “therbligs es el conjunto de movimientos fundamentales básicos para el estudio de movimientos”.

Dentro de las 17 divisiones básicas del trabajo en las manos del cuerpo humano, para la ejecución de una operación en cualquier trabajo realizado. A través de este estudio se han desarrollado sistemas de estudio moderno de movimientos, micro

movimientos y tiempos de movimientos básicos o predeterminados, que han sido de gran utilidad en la industria.

Al realizar nuestro estudio de movimientos con esta técnica deberá estudiar las definiciones dadas a cada una de las 17 divisiones para poder seleccionar cuál de ellas podemos tomar para nuestro proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras del horno eléctrico cuyos términos son: buscar, seleccionar, tomar o asir, alcanzar, mover, sostener, soltar, colocar en posición, recolocar en posición, inspeccionar, ensamblar, desensamblar, usar, demora inevitable, demora evitable, planear y descansar. Debe reconocerse bien cada uno para no confundir las operaciones creyendo que se está llevando a cabo un movimiento cuando en realidad puede ser otro.

Los therbligs pueden clasificarse en eficientes e ineficientes. Los eficientes son los que contribuyen al avance productivo del trabajo los cuales pueden ser reducidos pero no eliminados del todo por ser parte esencial del proceso; los therbligs ineficientes no hacen avanzar el trabajo, por lo que deben ser eliminados en lo posible para mejorar la línea de producción.

Cada división se detalla con su nombre, símbolo en letras, símbolo gráfico y color en el cuadro N° 3; la definición de cada therbligs no se detalla por ser un tema extenso, lo cual se deja a criterio del analista de movimientos.

**CUADRO N° 4**  
**CLASIFICACIÓN DE THERBLIGS**

<b>Clasificación Therbligs</b>		
<b>Eficientes o efectivos</b>	<b>De Naturaleza Física o Muscular.</b>	<b>De naturaleza objetiva o concreta</b>
	1. Alcanzar	1. Usar
	2. Mover	2. Ensamblar
	3. Tomar	3. Desensamblar
	4. Soltar	
	5. Pre colocar en posición	
<b>Ineficientes o inefectivos</b>	<b>Mentales o semimentales</b>	<b>Demoras o dilaciones</b>
	1. Buscar	1. Retraso inevitable
	2. Seleccionar	2. Retraso evitable
	3. Colocar en posición	3. Descansar por fatiga
	4. Inspeccionar	4. Sostener
	5. Planear	

**Fuente:** Benjamin Niebel, Ingeniería industrial, pág. 199

**1.5.4. Diagrama de procesos de bimanual.**

También conocida como el diagrama de procesos del operario, muestra todos los movimientos y retrasos de la mano derecha e izquierda, el libro Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo,

**NIEBEL** Benjamin W. (2009; pág. 116), manifiesta: “El propósito del diagrama de procesos de bimanual es identificar los patrones de movimiento ineficientes y observar las violaciones a los principios de la economía de movimientos”. Este diagrama muestra todos los movimientos y retrasos atribuibles a las manos derecha e izquierda y las relaciones que existe entre ellos. Este diagrama facilita la modificación de un método, de tal manera que se pueda lograr una operación equilibrada de las dos manos así como un ciclo parejo más rítmico que mantenga los retrasos y la fatiga del operario a niveles mínimos.

### Cuadro N° 5

#### Movimientos Eficientes que son Realizados por el Trabajador

Therblig	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 cargada; 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.
Pre posicionar	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 embocan; 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 W. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo.

#### **1.4.6. Productividad**

La productividad es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida.

En nuestro proyecto la productividad nos ayudará a definir la relación entre la producción adquirida por el sistema de producción actual que tenemos en el proceso de extracción, transporte y preparación de muestras del horno eléctrico los recursos usados para obtenerla, por lo que esta se define como el uso eficiente de los recursos. Una productividad mayor significa la obtención de la misma cantidad con menos recursos o el logro de una mayor producción en volumen y cantidad con los mismos insumos.

#### **1.5. Método de Transporte**

El problema general del transporte se refiere a la distribución de mercancía desde cualquier conjunto de centro de suministro, denominados orígenes (fuentes), hasta cualquier conjunto de centros de recepción, llamados destinos, de tal forma que se

minimicen los costos totales de distribución. Cada origen tiene que distribuir ciertas unidades a los destinos y cada destino tiene cierta demanda de unidades que deben recibir de los orígenes.

El modelo de transporte busca determinar un plan de transporte de una mercancía de varias fuentes a varios destinos. Los datos del modelo son:

1. Nivel de oferta en cada fuente y la cantidad de demanda en cada destino.
2. El costo de transporte unitario de la mercancía a cada destino.

Como solo hay una mercancía un destino puede recibir su demanda de una o más fuentes. El objetivo del modelo es el de determinar la cantidad que se enviará de cada fuente a cada destino, tal que se minimice el costo del transporte total.

La suposición básica del modelo es que el costo del transporte en una ruta es directamente proporcional al número de unidades transportadas. La definición de “unidad de transporte” variará dependiendo de la “mercancía” que se transporte.

## 1.6. Glosario de términos

**AHE:** Acería Horno Eléctrico.

**Balance de líneas de producción:** determina el número ideal de operadores que se deben asignar a una línea de producción.

**Bimanual:** conocido como diagrama de procesos del operario, es una herramienta para el estudio del movimiento.

**Calidad:** Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.

**Competitivo:** Pertenciente o relativo a la competición.

**Costo:** Cantidad que se da o se paga por algo.

**Distancia:** Espacio o intervalo de lugar o de tiempo que media entre dos cosas o sucesos.

**Hawthorne:** Industria ubicada en el sur-oeste de California.

**Innecesario:** No necesario.

**LC:** Lectura del cronómetro.

**Mejoramiento:** Acción y efecto de mejorar.

**Memo movimientos:** Movimientos simples.

**Micro movimientos:** Movimientos Diminutos.

**Módulo:** Dimensión que convencionalmente se toma como unidad de medida, y más en general, todo lo que sirve de norma o regla.

**Movimiento:** Estado de los cuerpos mientras cambia de lugar o de posición.

**Muestra:** Porción de un producto o mercancía que sirve para conocer la calidad del género.

**Productividad:** Capacidad o grado de producción por unidad de trabajo, superficie de tierra cultivada, equipo industrial, etc.

**Reducción:** Acción y efecto de reducir o reducirse.

**Therbligs:** Este término es el apellido de Frank Gilbreth deletreado al revés.

**Fe:** Encuesta espirada.

**Fo:** Encuesta observada.

**MI:** Numero de ítems.

**N:** Numero de alternativas.

**Tc:** Valores total Si de las frecuencias observables.

**Tf :** Valor total de la tabulación de las encuestas empleadas.

**Tg :**Valores generales.

**Transporte:** Sistema de medios para conducir personas y cosas de un lugar a otro.

**TN:** Tiempo normal.

**TO:** Tiempo observado

**TTAE:** Tiempo transcurrido antes del estudio.

**TTDE:** Tiempo transcurrido después del estudio.

**xc<sup>2</sup> :** Ji-cuadrado.

**xt<sup>2</sup> :** Valor en la tabla.

## **CAPITULO II**

### **MÉTODOS Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Caracterización general de la empresa.**

##### **2.1.1. Historia**

En 1963, un grupo de empresarios ecuatorianos asumieron el reto de entregarle al país una industria del acero, que en forma técnica y económica, cubriera las necesidades del sector de la construcción y afines. Desde su creación, ACERÍA DEL ECUADOR C.A. - ADELCA ha mantenido una permanente innovación en sus sistemas de producción y en los servicios prestados a sus clientes, siendo necesario reinvertir sus beneficios, con la finalidad de dotarle a la empresa de una tecnología avanzada y personal capacitado.

Los logros hasta aquí alcanzados demuestran que el desafío inicial ha sido ampliamente superado, lo que nos permite hoy garantizar, la entrega de productos de calidad, con precios competitivos, en el menor tiempo posible.

##### **2.1.2. Razón social**

La empresa está estipulada como ADELCA, Acería del Ecuador C.A.

##### **2.1.3. Política de Gestión Integrada.**

ADELCA, es una empresa ecuatoriana que recicla y fabrica acero con eficiencia, calidad y tecnología, establece dentro de sus prioridades de negocio: la satisfacción al cliente, la seguridad y la salud de sus colaboradores, la conservación y preservación del ambiente y el compromiso de responsabilidad social, comprometiéndonos a trabajar en equipo e involucrándonos con la mejora continua de los procesos, con el respaldo de nuestra gente capacitada, respetuosa y honesta, protegiendo el entorno y cumpliendo las leyes aplicables a la empresa.

#### **2.1.4. Visión**

Siempre pensando en el CLIENTE, con el mejor servicio y los mejores productos de acero.

#### **2.1.5. Misión**

Líderes en el reciclaje para la producción de acero, con excelencia en el servicio, calidad, tecnología, sistemas de gestión, recursos humanos, seguridad industrial, protección ambiental y responsabilidad social.

#### **2.1.6. Valores**

- El cliente es lo primero.
- Transparencia y ética en todos nuestros actos.
- Compromiso con la calidad y la productividad.
- Mejoramiento continuo.
- Trabajo en equipo.

#### **2.1.7. Exportaciones**

Adelca mantiene una presencia constante en el mercado internacional, especialmente en Latino américa con los mercados vecinos de **Venezuela, Colombia, Perú y Chile**, exportando productos largos comunes, trefilados y especiales.

Los productos de Adelca cumplen las normativas internacionales de calidad. A continuación un listado de los productos disponibles para la exportación:

- Varillas de acero para hormigón armado en las normativas internacionales y en diámetros de 8,00 a 32,00 mm.

- Perfiles: Barras cuadradas y redondas lisas, ángulos estructurales, platinas y tees.
- Clavos Alambres galvanizados, recocidos y de púas.

### **2.1.8. Reciclaje**

El reciclado, proceso virtuoso comúnmente abordado desde la perspectiva ambiental, permite la reutilización de recursos beneficiando al país en las dimensiones económica, social, además de ambiental.

Desde la perspectiva económica, nuestro país retiene divisas por un monto aproximado de 120 millones de dólares anuales al eliminarse la importación de materia prima.

Desde lo social, 5000 familias ecuatorianas se ven beneficiadas por el proyecto acería y la actividad de reciclaje de chatarra ferrosa, al generar fuentes de trabajo directo e indirecto, vinculadas a actividades de recolección primaria, acopio y transporte de chatarra.

El reciclaje de acero, ayuda a sacar residuos del sistema para darle un nuevo uso. Sin embargo, es claro que el mayor beneficio del reciclaje de chatarra ferrosa, se da en la dimensión ambiental y estética del entorno.

### **2.1.9. Gestión Integral.**

Acería del Ecuador C.A. ADELCA rme a su compromiso con el medio ambiente y la sociedad, sometió sus procesos de producción y Comercialización a una serie de rigurosos análisis que le otorgarán el certificado “Reduciendo Nuestra Huella de Carbono”, emitido por CARBON MASTERS a nivel nacional e internacional.

Además, la Certificación S2M, Sostenibilidad, Mediación y Medición de la Embajada Británica, le otorgará una certificación en el ámbito social y en todos sus proyectos emblemáticos como lo son el Dispensario Médico de Alóag y la

Medición de la Huella de Carbono en sus procesos, garantizando así el cumplimiento de normas ambientales internacionales presentes en todos los productos que llevan la marca de ADELCA.

El compromiso de ADELCA con el sistema de gestión integral se ve reflejado en nuestras políticas de seguridad, salud ocupacional y nuestro compromiso con el cuidado del ambiente.

Nuestros productos y operaciones cuentan con certificaciones ISO 9001:2008, ISO 14001:2004, y OHSAS 18001:2007, sistemas certificados por Bureau Veritas del Ecuador.

Por medio de SGI, ADELCA realiza gestiones enfocadas a los procesos, a satisfacer las necesidades de los clientes, a tener el personal competente, a mejorar continuamente trabajando con una conciencia de calidad, seguridad ocupacional, responsabilidad social y de cuidado del ambiente.

Además contamos con Sellos de Calidad INEN, los mismos que son constantemente controlados por auditores líderes en cada una de las Normas. Productos con sellos INEN.

Nuestro personal también posee certificaciones en Value Stream Mapping Program, Red X, Sistema de solución de problemas, Competencia en Procedimientos de Calibración y Gestión de Calidad otorgados por el INEN.

ADELCA también se encuentra adherida al Pacto Mundial el cual es un instrumento de libre adhesión para las empresas, sindicatos y organizaciones de la sociedad civil, para aplicar los Diez Principios que lo integran en sus estrategias y operaciones. La entidad que se adhiere al Pacto Mundial asume voluntariamente el compromiso de ir implantando los diez principios en sus actividades cotidianas y rendir cuentas a la sociedad, con publicidad y transparencia, de los progresos

que realiza en ese proceso de implantación, mediante la elaboración de Informes de Progreso.

Adelca como parte del Pacto Mundial apoya y lleva a la práctica un conjunto de valores fundamentales en materia de:

#### **2.1.10. Derechos Humanos**

Principio N° 1. Apoyar y respetar la protección de los derechos humanos.

Principio N° 2. No ser cómplice de abusos de los derechos.

#### **2.1.11. Normas Laborales**

Principio N° 3. Apoyar los principios de la libertad de asociación y sindical y el derecho a la negociación colectiva.

Principio N° 4. Eliminar el trabajo forzoso y obligatorio.

Principio N° 5. Abolir cualquier forma de trabajo infantil.

Principio N° 6. Eliminar la discriminación en materia de empleo y ocupación.

#### **2.1.12. Medio Ambiente**

Principio N° 7. Apoyar el enfoque preventivo frente a los retos medioambientales.

Principio N° 8. Promover mayor responsabilidad medioambiental.

Principio N° 9. Alentar el desarrollo y la difusión de tecnologías respetuosas del medio ambiente.

## **2.2. Métodos de investigación**

### **2.2.1. Inductivo-Deductivo**

En la presente investigación se trabajará en base a los resultados de la empresa observada, a través de la inducción-deducción desenvolveremos las diferentes técnicas y métodos sobre el proceso del análisis de las muestras del horno eléctrico.

### **2.2.2. Analítico-Sintético**

Por medio del presente método; se realizará una observación de la extracción, transporte, preparación, y análisis de la muestra del horno eléctrico, a partir de lo realizado en el método anterior, se procederá a sintetizar los pasos antes mencionados para realizar un análisis general de todas las variables que se encontraron en el proceso investigado.

## **2.3. Tipos de investigación**

### **2.3.1. Investigación exploratoria**

Se aplicará este tipo de investigación porque permite obtener información precisa acorde al problema existente en el proceso del análisis de la muestra del horno eléctrico, la cual ayudara a identificar las falencias existentes al momento de observar dicho proceso.

### **2.3.2. Investigación de campo**

Este tipo de investigación se basa en la información que provino de cuestionarios, encuestas y observaciones, por lo que se ha utilizado en el lugar donde se producen los acontecimientos siendo así en **ADELCA, Acería del Ecuador C.A.**

obteniendo la información de acuerdo al objetivo del proyecto, tomando en cuenta un contacto directo con los operarios encargados.

#### **2.4. Población o Universo de Investigación.**

Debido a que la población es pequeña no amerita de una muestra para la realización del presente trabajo investigativo, tomando en cuenta que se la va a aplicar a una determinada tarea del proceso requerido en la toma de muestras, transporte y análisis de acero del horno eléctrico.

En este estudio están inmersas el siguiente número de personas:

**Cuadro N° 6**  
**POBLACIÓN DE INVESTIGACIÓN**

<b>PERSONAL</b>	<b>POBLACION</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Ingeniero de producción	1	4%
Ingeniera de calidad	1	4%
Laboratoristas	3	12%
Operadores	20	80%
<b>TOTAL</b>	<b>25</b>	<b>100 %</b>

**Fuente:** Empresa “ACERIA DEL ECUADOR C.A. ADELCA”.

#### **2.5. Aplicación de encuestas y entrevista.**

En el proceso de extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio se aplicaron las encuestas a 23 personas en las cuales constan operadores del proceso y laboratoristas; así como también se realizó una

pequeña entrevista a 2 personas que son, Ingeniero de producción y la Ingeniera de calidad.

## **2.6. Análisis de los resultados de la encuesta aplicada a los trabajadores de la planta de fundición de acero en el proceso del transporte de muestras de acero al laboratorio.**

A continuación se presenta la tabulación realizada a cada una de las preguntas de acuerdo al cuestionario propuesto.

Esta tabulación está basada en las respuesta que selecciono cada uno de los encuestados dando a notar que es la realidad de cómo está el proceso a ser estudiado, por ende nos será de mucha ayuda para el arranque de nuestro estudio.

Para esto realizaremos un porcentaje de aceptación a la pregunta de acuerdo a la opción marcada representada en un cuadro.

Dicho cuadro estará acompañado de un gráfico en forma de pastel que nos indicará los porcentajes obtenidos.

Para su terminación llevara un análisis de que se presenta en el gráfico lo que nos ayudará a denotar mejor los problemas o atrasos que se tiene en el proceso de extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio.

1. ¿Las condiciones del ambiente de trabajo (ejemplo: temperatura, nivel de ruido polvo) son óptimas para el transporte de la muestra de Horno Eléctrico al Laboratorio.

**CUADRO N° 7**  
**CONDICIONES Y EL MEDIO AMBIENTE LABORAL**

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	7	30%
NO	16	70%
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**GRAFICO N° 1**  
**CONDICIONES DE TRABAJO**



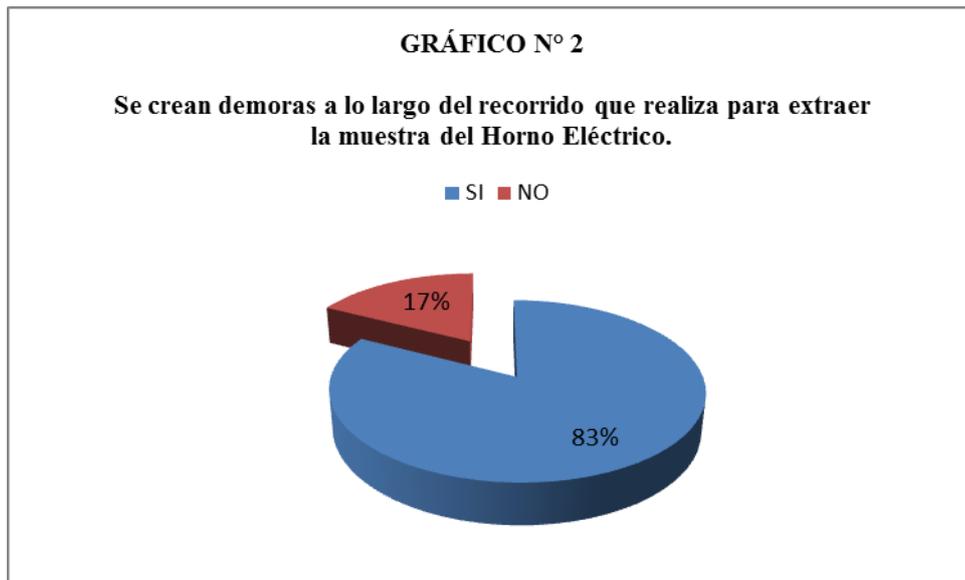
La mayor parte de los trabajadores, manifiestan que las actuales condiciones no son las óptimas para un correcto desenvolvimiento en el proceso de transporte de muestras de acero. Por lo tanto se debería buscar un método más adecuado para la extracción y el transporte de la misma.

2. ¿Se crean demoras a lo largo del recorrido que realiza para extraer la muestra del Horno Eléctrico?

**CUADRO N° 8**  
**PARA LA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE ACERO SE CREA**  
**DEMORAS Y MOVIMIENTOS INNECESARIOS**

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	19	83%
NO	4	17%
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**GRAFICO N° 2**  
**RECORRIDO MUESTRAS DEL HORNO ELECTRICO**



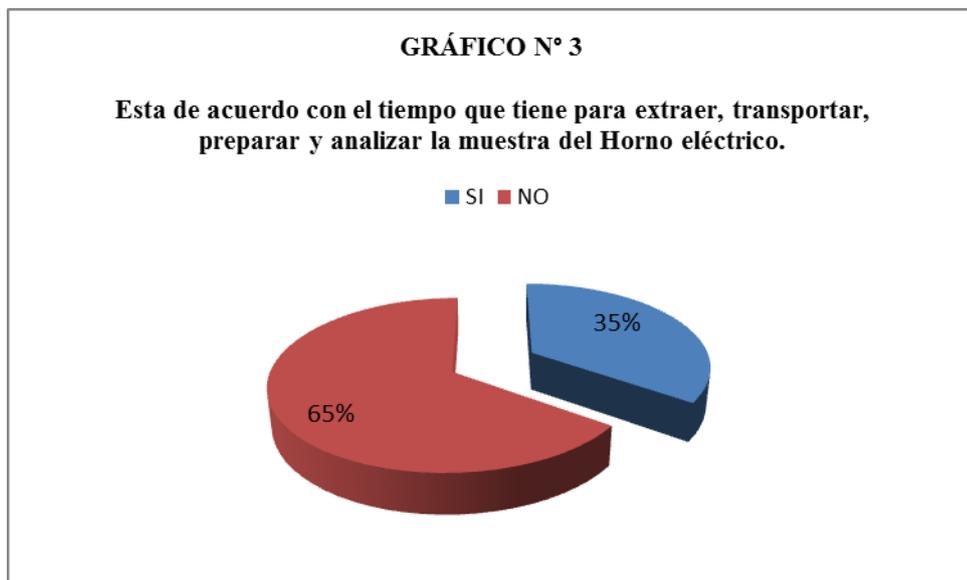
En su mayoría los trabajadores, opinan que en el recorrido para la extracción de muestras de acero si se crea demoras. Para esto sería necesario realizar un estudio de movimientos en el cual se detecte los terbligs adecuados para el proceso.

3. ¿Está de acuerdo con el tiempo que tiene para extraer, transportar, preparar y analizar la muestra del Horno eléctrico?

**CUADRO N° 9**  
**EL TIEMPO QUE TIENE EL OPERADOR EN LA EXTRACCIÓN, TRANSPORTE Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DE ACERO ES EL OPTIMO**

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	8	35%
NO	15	65%
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**GRAFICO N° 3**  
**TIEMPO PROCESO DEL HORNO ELECTRICO**



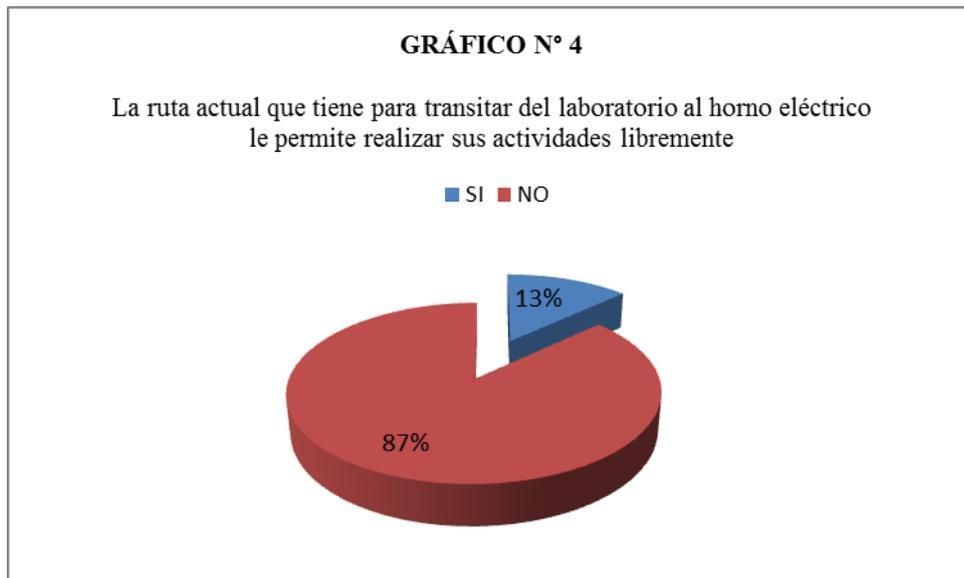
La mayoría de trabajadores, optaron por no estar de acuerdo con el tiempo que tiene el operador en la extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio. Por lo cual debería estipular un tiempo estándar para la operación de este proceso.

4. ¿Considera usted que la ruta actual que tiene para transitar del laboratorio al horno eléctrico le permite realizar sus actividades libremente?

**CUADRO N° 10**  
**LA RUTA ACTUAL QUE TIENE PARA TRANSITAR DEL**  
**LABORATORIO AL HORNO ELÉCTRICO LE PERMITE REALIZAR**  
**SUS ACTIVIDADES LIBREMENTE**

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	3	13%
NO	20	87%
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**GRAFICO N° 4**  
**RUTA DEL LABORATORIO**



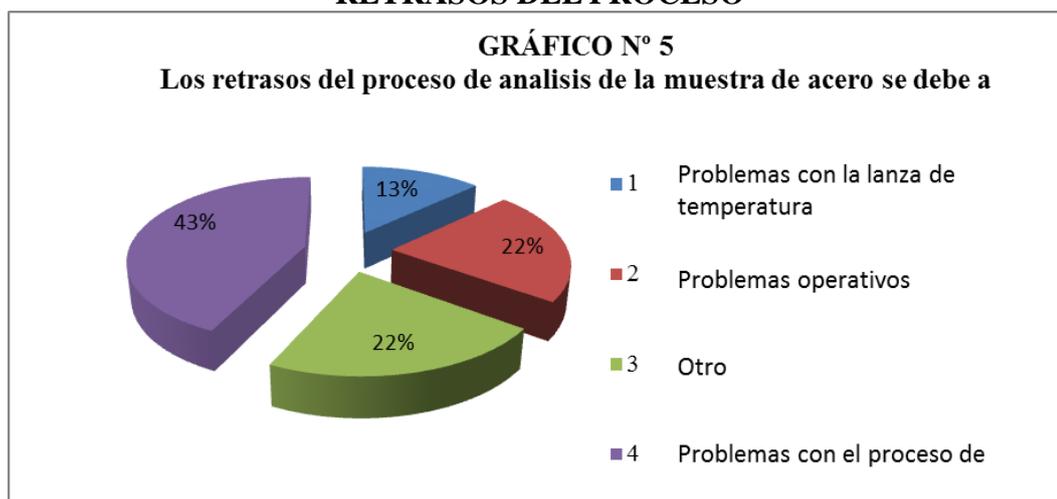
La mayor parte de trabajadores, manifiestan que la ruta actual que tiene para transitar del laboratorio al horno eléctrico no le permite realizar sus actividades libremente. Por lo tanto denotamos que existen obstáculos al momento de transitar a la toma de la muestra.

5. Señale la principal causa que genera retrasos en la extracción de la muestra de acero en HEA:

**CUADRO N° 11**  
**LOS RETRASOS DEL PROCESO DE ANÁLISIS DE LA MUESTRA DE**  
**ACERO SE DEBE A**

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
1. Problemas con la lanza de temperatura (daño, deterioro, quema)	3	13%
2. Problemas con el proceso de Horno (baja temperatura de colada, colada oxidada)	10	43%
3. Problemas operativos (mala manipulación, falta entrenamiento)	5	22%
4. Otro:	5	22%
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100%</b>

**GRAFICO N° 5**  
**RETRASOS DEL PROCESO**



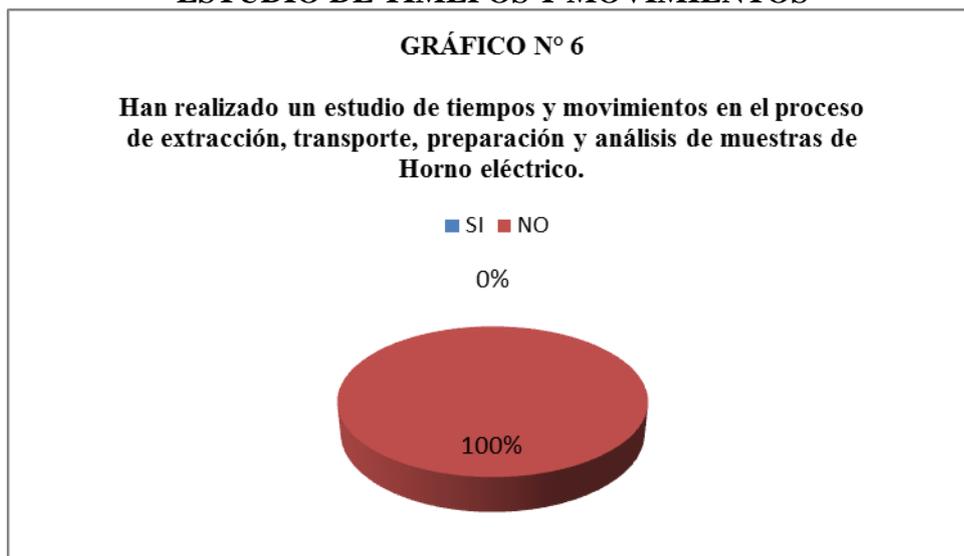
Los dos porcentajes mayoritarios de trabajadores, opinan que tienen problemas con el proceso de Horno (baja temperatura de colada, colada oxidada). Por lo tanto se debería considerar temperaturas óptimas para la toma de muestras.

6. ¿Han realizado un estudio de tiempos y movimientos en el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras de Horno eléctrico?

**CUADRO N° 12**  
**TIENE CONOCIMIENTO ACERCA DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	0	0 %
NO	23	100 %
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100 %</b>

**GRAFICO N° 6**  
**ESTUDIO DE TIMEPOS Y MOVIMIENTOS**



En su totalidad los trabajadores, exponen que no tienen conocimientos ni se an realizado un estudio de tiempos y movimientos en el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras de Horno eléctrico. De acuerdo a esta estadística será necesario realizar una capacitación al personal para que nos ayuden en el desarrollo del proyecto y tengan conocimiento de los beneficios que puede producir este estudio.

7. ¿Estaría de acuerdo a ser parte de un estudio de tiempos y movimientos?:

**CUADRO N° 13**  
**ESTA DE ACUERDO A SER PARTE DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>PORCENTAJE</b>
SI	23	100 %
NO	0	0 %
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>100 %</b>

**GRAFICO N° 7**  
**ACUERDO DE SER PARTE DEL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS**



Todos los trabajadores, coinciden en estar de acuerdo a ser parte de un estudio de tiempos y movimientos. Como conclusión podemos destacar que se tiene el interés y el apoyo para realizar este estudio el cual nos ayudará a detectar problemas y tomar posibles soluciones que nos ayuden a mejorar el proceso.

**2.7. Análisis de los resultados de la entrevista aplicada al Ingeniero de producción y a la Ingeniera de calidad de la planta de fundición de acero en el proceso del transporte de muestras de acero al laboratorio.**

**CUADRO N° 14**  
**ENTREVISTA APLICADA AL INGENIERO DE PRODUCCIÓN**

<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>
1. Cree usted que el método actual de recorrido que tiene el operador para tomar la muestra y llevar al laboratorio es la adecuada?	No pero es la ruta más directa que se encuentra entre el horno eléctrico y el laboratorio.
2. Cree que con el estudio de movimientos disminuimos el tiempo en el proceso de toma de muestras?	Si, ya que en base a un estudio se podrá determinar si existen algunas falencias dentro del proceso o el recorrido.
3. En qué parte del proceso cree usted que existe más inconveniente para la extracción de la muestra de acero?	En el enfriamiento de la muestra y la preparación de la muestra.

**CUADRO N° 15**  
**ENTREVISTA APLICADA A LA INGENIERA DE CALIDAD**

<b>PREGUNTA</b>	<b>RESPUESTA</b>
1. Cree usted que el método actual de recorrido que tiene el operador para tomar la muestra y llevar al laboratorio es la adecuada?	No, pero es la más cercana para que el operador llegue al laboratorio.  Se dificulta por que otras áreas colocan materiales o insumos en el camino.
2. Cree que con el estudio de movimientos disminuimos el tiempo en el proceso de toma de muestras?	Si, por que se podrá modelar una ruta para recorrer el personal, garantizando seguridad.
3. En qué parte del proceso cree usted que existe más inconveniente para la extracción de la muestra de acero?	En la preparación de la muestra es decir en pulir en las dos tipos de lija, además del enfriamiento.

**FUENTE:** ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

De acuerdo a la entrevista realizada a los ingenieros de producción y calidad, denotamos que el método actual de recorrido que tiene el operador para tomar la muestra y llevar al laboratorio no es la adecuada pero es la más cercana, pese a que se dificulta debido a que otras áreas colocan materiales o insumos en el camino.

Además podemos destacar que existe un interés por parte de los mismos en realizar el estudio debido a que se obtendrá un mejoramiento en el recorrido, garantizando la seguridad e integridad del trabajador. Y se determinará los posibles problemas que se obtiene durante este proceso el cual nos ayudará a dar las posibles soluciones.

## 2.8. Verificación de la hipótesis

Hipótesis:

¿La realización de un estudio de tiempos y movimientos mejorará el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras de acero mediante el estudio de campo para identificar las falencias que limitan el flujo de evacuación de la colada de acero en la empresa “Acería del Ecuador C.A. ADELCA”?

Hipótesis Nula: H0

La realización de un estudio de tiempos y movimientos No mejorará el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras de acero mediante el estudio de campo para identificar las falencias que limitan el flujo de evacuación de la colada de acero en la empresa “Acería del Ecuador C.A. ADELCA”.

Hipótesis Alternativa: H1

La realización de un estudio de tiempos y movimientos Sí mejorará el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras de acero mediante el estudio de campo para identificar las falencias que limitan el flujo de evacuación de la colada de acero en la empresa “Acería del Ecuador C.A. ADELCA”.

### Cuadro N° 16

#### Tabulación de encuestas implementadas.

N:	SI	NO	TOTAL
1	7	16	23
2	19	4	23
3	8	15	23
4	3	20	23
5	18	5	23
6	0	23	23
7	23	0	23

**Cuadro N° 17**

**Resumen de frecuencias observables (fo)**

N:	SI	NO	TOTAL
1	7	16	23
2	19	4	23
3	8	15	23
4	3	20	23
5	18	5	23
6	0	23	23
7	23	0	23
<b>TOTAL</b>	<b>78</b>	<b>69</b>	<b>161</b>

**Cuadro N° 18**

**Resumen de frecuencias esperadas**

N:	Frecuencias esperadas	
	SI	NO
1	11,14	9,86
2	11,14	9,86
3	11,14	9,86
4	11,14	9,86
5	11,14	9,86
6	11,14	9,86
7	11,14	9,86

$$fe = \frac{tf \times tc}{tg}$$

$$fe = \frac{23 \times 78}{161}$$

$$fe = 11,14$$

$$fe = \frac{tf \times tc}{tg}$$

$$fe = \frac{23 \times 69}{161}$$

$$fe = 9,86$$

**Cuadro N° 19**  
**Calculo del Ji cuadrado.**  
*Cálculo del  $Xc^2$*

N°	fo	fe	fo - fe	(fo-fe) <sup>2</sup>	$xc^2 = \frac{(fo - fe)^2}{fe}$
1	7	11,14	-4,14	17,14	1,54
2	19	11,14	7,86	54,17	4,86
3	8	11,14	-3,14	9,86	0,89
4	3	11,14	-8,14	66,26	5,95
5	18	11,14	6,86	47,06	4,22
6	0	11,14	-11,14	124,10	11,14
7	23	11,14	11,86	140,66	12,63
8	16	9,86	6,14	37,70	3,82
9	4	9,86	-5,86	34,34	3,48
10	15	9,86	5,14	26,42	2,68
11	20	9,86	10,14	102,82	10,43
12	5	9,86	-4,86	23,62	2,40
13	23	9,86	13,14	172,66	17,51
14	0	9,86	-9,86	97,22	9,86
<b>TOTAL</b>					<b>91,41</b>

**Reemplazando en la tabla de valores**  
**percentiles tenemos:**

$$gf = (nf - 1) \times (n - 1)$$

$$xt^2 \rightarrow R = 12,6$$

$$gf = (7 - 1) \times (2 - 1)$$

$$xc^2 = 91,41$$

$$xt^2 < xc^2$$

$$gf = 6 \times 1$$

$$12,6 < 91,41$$

$$gf = 6$$

**Tf** = Valor total de la tabulación de las encuestas empleadas.

**Tc** = Valores total Si de las frecuencias observables.

**Tg** =Valores generales.

**Fo** = Encuesta observada.

**Fe** = Encuesta espirada.

**Ml** = Numero de ítems.

**N** = Numero de alternativas.

**xt<sup>2</sup>** = Valor en la tabla.

**xc<sup>2</sup>** = Ji-cuadrado.

Una vez determinado el  $xt^2$  y  $xc^2$  se establece que el  $xt^2$  (12,6) es menor que el  $xc^2$  (91,41), por lo tanto se rechaza la hipótesis Nula ( $H_0$ )y se acepta la hipótesis alternativa que dice: La realización de un estudio de un estudio de tiempos y movimientos Si mejorará el proceso de extracción , transporte, preparación y análisis de muestras de acero mediante el estudio de campo para identificar las falencias que limitan el flujo de evacuación de colada de acero en la empresa “Acería del Ecuador C.A. ADELCA”

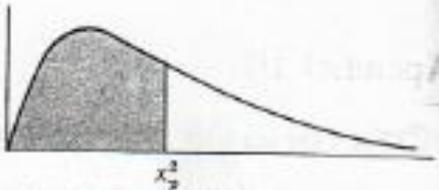
## GRAFICO N° 8

Valores percentiles para la distribución ji-cuadrado con grados de libertad.

538 ESTADISTICA

Apéndice IV

**Valores percentiles ( $\chi_p^2$ ) para la distribución ji-cuadrado con  $\nu$  grados de libertad (área en sombra =  $p$ )**



$\nu$	$\chi_{.995}^2$	$\chi_{.99}^2$	$\chi_{.975}^2$	$\chi_{.95}^2$	$\chi_{.90}^2$	$\chi_{.75}^2$	$\chi_{.50}^2$	$\chi_{.25}^2$	$\chi_{.10}^2$	$\chi_{.05}^2$	$\chi_{.025}^2$	$\chi_{.01}^2$	$\chi_{.005}^2$
1	7.88	6.63	5.02	3.84	2.71	1.32	.455	.102	.0158	.0039	.0010	.0002	.0000
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	.575	.211	.103	.0506	.0201	.0100
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	.584	.352	.216	.115	.072
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.78	5.39	3.36	1.92	1.06	.711	.484	.297	.207
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.61	1.15	.831	.554	.412
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.35	3.45	2.20	1.64	1.24	.872	.676
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	.989
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.73	2.18	1.65	1.34
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.23	4.60
16	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.96	6.91	5.81	5.14
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.39	8.23	7.01	6.26
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.91	7.63	6.84
20	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5	12.4	10.9	9.59	8.26	7.43
21	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3	13.2	11.6	10.3	8.90	8.03
22	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2	14.0	12.3	11.0	9.54	8.64
23	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1	14.8	13.1	11.7	10.2	9.26
24	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0	15.7	13.8	12.4	10.9	9.89
25	46.9	44.3	40.6	37.7	34.4	29.3	24.3	19.9	16.5	14.6	13.1	11.5	10.5
26	48.3	45.6	41.9	38.9	35.6	30.4	25.3	20.8	17.3	15.4	13.8	12.2	11.2
27	49.6	47.0	43.2	40.1	36.7	31.5	26.3	21.7	18.1	16.2	14.6	12.9	11.8
28	51.0	48.3	44.5	41.3	37.9	32.6	27.3	22.7	18.9	16.9	15.3	13.6	12.5
29	52.3	49.6	45.7	42.6	39.1	33.7	28.3	23.6	19.8	17.7	16.0	14.3	13.1
30	53.7	50.9	47.0	43.8	40.3	34.8	29.3	24.5	20.6	18.5	16.8	15.0	13.8
40	66.8	63.7	59.3	55.8	51.8	45.6	39.3	33.7	29.1	26.5	24.4	22.2	20.7
50	79.5	76.2	71.4	67.5	63.2	56.3	49.3	42.9	37.7	34.8	32.4	29.7	28.0
60	92.0	88.4	83.3	79.1	74.4	67.0	59.3	52.3	46.5	43.2	40.5	37.5	35.5
70	104.2	100.4	95.0	90.5	85.5	77.6	69.3	61.7	55.3	51.7	48.8	45.4	43.3
80	116.3	112.3	106.6	101.9	96.6	88.1	79.3	71.1	64.3	60.4	57.2	53.5	51.2
90	128.3	124.1	118.1	113.1	107.6	98.6	89.3	80.6	73.3	69.1	65.6	61.8	59.2
100	140.2	135.8	129.6	124.3	118.5	109.1	99.3	90.1	82.4	77.9	74.2	70.1	67.3

Fuente: Catherine M. Thompson, *Table of percentage points of the  $\chi^2$  distribution*, Biometrika, Vol. 32 (1941), con autorización del autor y del editor.

## **CAPÍTULO III**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTA**

#### **3.1. Análisis de observación**

##### **3.1.1. Descripción del proceso**

El proceso inicia en el laboratorio de muestras, donde el operador recibe una llamada vía radio transmisor por parte del operador de la cabina del horno de fundición, en consecuencia se coloca el EPP y procede con dirección al horno eléctrico.

Al llegar al costado del horno prepara la lanza, inserta la lanza entre el filo de la olla y la tapa del horno en un lapso de 3 segundos, retira la lanza, desarma la lanza y saca la muestra de acero. Recoge la muestra con una tenaza y se dirige nuevamente a la parte externa del laboratorio.

Llega al laboratorio enfría la muestra con agua, luego esta muestra es secada con aire a presión, se coloca en una base para ser esmerilada y sacar la escoria metálica que contiene la muestra, es enfriada y secada nuevamente para luego ingresar dentro del laboratorio y colocar en el porta muestras para el análisis mediante computadora.

Una vez realizado el análisis de la muestra los datos obtenidos son enviados a los operadores de la cabina del horno cuchara quienes completan la dosificación de los distintos elementos químicos que requiere la colada de acero de acuerdo a la norma establecida para obtener un acero antisísmico.

Seguido de esto el operador del laboratorio es comunicado por parte del operador de la cabina del horno cuchara indicándole que debe realizar la extracción de la siguiente muestra, siguiendo los pasos anteriormente descritos con la diferencia que para la toma de esta muestra tiene una distancia muy corta a comparación de la anterior y la facilidad para extraer la muestra.

### 3.2. Observaciones de tiempos actuales

Se realizó la primera observación del tiempo a las operaciones del proceso de toma de muestras de acero del horno eléctrico hacia el laboratorio para registrarlos en una primera tabla y analizar el ritmo de trabajo correspondiente, debido a que no existen elementos de una tarea definida para analizar los datos, con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar las tareas establecidas.

Aplicando la siguiente fórmula para el tamaño de la muestra con un nivel de confianza del 95 %.

#### Formula N° 1

$$N = \left[ \frac{40 \sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

Dónde:

N = Tamaño de la muestra

n = Número de observaciones del estudio preliminar

$\sum$  = Suma de valores

X = Valor de observaciones

Reemplazando valores tenemos:

**Cuadro N° 20**

**Número de observaciones de tiempos actuales.**

CICLOS	X	X <sup>2</sup>
1	5.68	32.2624
2	6.34	40.1956
3	5.62	31.5844
4	5.84	34.1056
5	6.77	45.8329
Σ	<b>30.25</b>	<b>183.9809</b>

**n= 5 observaciones**

$$N = \left[ \frac{40 \sqrt{5(183.9809) - (30.25)^2}}{30.25} \right]^2$$

$$N = \left[ \frac{40 \sqrt{919.9045 - 915.0625}}{30.25} \right]^2$$

$$N = \left[ \frac{40 \sqrt{4.842}}{30.25} \right]^2$$

$$N = \left[ \frac{88.0181}{30.25} \right]^2$$

$$N = [2.9096]^2 = 8.46$$

$$N = 9$$

Por lo tanto tenemos un total de 9 observaciones para empezar con el estudio previsto, debido a no existir datos estadísticos se iniciará a cronometrar el tiempo en la hoja de observaciones.

Con lo obtenido se procederá a calcular el tiempo normal y estándar para analizar y proceder a realizar las respectivas mejoras en el proceso.

Para la toma de los tiempos se empleó el método continuo, ya que las operaciones se realizan en intervalos cortos de tiempo.

A continuación se muestran los tiempos tomados de cada operación:

**CUADRO N° 21**

**FORMATO PRIMERA OBSERVACIÓN DE TIEMPOS**

<b>FORMATO HOJA DE TIEMPOS PRIMERA OBSERVACIÓN</b>												
N°	Fecha: 08/05/13 Operador: Diego Nacimba	<b>TIEMPOS OBSERVADOS O CRONOMETRADOS</b>										
	<b>MUESTRA DE TIEMPOS</b>	<b>TC1</b>	<b>TC2</b>	<b>TC3</b>	<b>TC4</b>	<b>TC5</b>	<b>TC6</b>	<b>TC7</b>	<b>TC8</b>	<b>TC9</b>	<b>PROMEDIO en segundos</b>	<b>PROMEDIO en minutos</b>
	<b>Hora de toma de muestra</b>	11:40	12:22	13:00	13:40	14:20	19:00	19:40	20:21	21:02		
<b>1</b>	Colocar EPP	8.23	5.89	6.25	7.25	5.87	8.23	6.24	5.46	5.87	6.59	0.11
<b>2</b>	Dirigirse al HEA	40.51	43	50.3	48.23	45	45.25	40.21	50.05	49.54	45.79	0.76
<b>3</b>	Toma el cartucho nuevo	39.24	32.61	32.45	32.31	20.89	28.56	30.56	34.26	36.54	31.94	0.53
<b>4</b>	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	37.37	38.23	40.27	30.21	29.1	25.42	20.19	24.26	24.59	29.96	0.50
<b>5</b>	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	12.03	10.83	10.2	11.58	11.89	10.54	9.25	10.02	12.25	10.95	0.18
<b>6</b>	Toma la muestra con la pinza	5.01	5.07	6.23	7.21	7.25	6.24	5.26	6.23	5.14	5.96	0.10
<b>7</b>	Dirige a la parte externa del laboratorio.	20.32	19.25	19.54	18.36	20.56	20.54	19.35	18.48	17.56	19.33	0.32
<b>8</b>	Enfría la muestra.	12.3	11.54	11.56	11.25	10.23	12.54	10.23	10.78	12.03	11.38	0.19
<b>9</b>	Esmerila la muestra	14.26	15.04	13.25	15.84	17.63	14.54	13.74	15.21	14.78	14.92	0.25
<b>10</b>	Enfría la muestra.	10.25	11.54	10.25	10.56	11.58	11.45	10.02	10.46	12.07	10.91	0.18
<b>11</b>	Seca la muestra.	3.23	4.12	3.12	4.57	3.15	4.13	2.98	3.42	3.23	3.55	0.06
<b>12</b>	Esmerila la muestra	6.12	7.23	5.12	6.23	6.48	7.87	6.89	6.78	7.23	6.66	0.11
<b>13</b>	Dirige al laboratorio	4.25	4.56	3.78	4.78	3.45	3.78	4.23	3.56	4.21	4.14	0.07
<b>14</b>	Análisis de la muestra	40.21	41.25	42.89	41.25	42.85	39.25	40.25	43.56	40.78	41.37	0.69
<b>15</b>	Comunica resultado por radio Motorola.	8.98	12.45	7.89	9.45	12.45	10.25	11.78	12.78	12.85	10.99	0.18
<b>16</b>	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	50.21	52.42	50.23	51.43	52.56	50.45	50.47	51.64	50.14	51.06	0.85
<b>17</b>	Guardar resultados obtenidos.	24.15	24.13	32.15	30.12	25.89	28.79	29.12	23.45	28.45	27.36	0.46
<b>18</b>	Etiquetado de muestra.	8.12	6.25	7.23	9.23	8.54	7.58	8.41	7.98	8.21	7.95	0.13
<b>TURNO</b>		<b>Día</b>		Daniel Almeida			<b>TIEMPO DE CICLO</b>		<b>340.81</b>		<b>5.68</b>	
		<b>Noche</b>		Medardo Quinga					<b>SEG</b>		<b>MIN</b>	

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

**Cuadro N° 22**  
**TIEMPOS ACTUALES**

<b>TIEMPOS ACTUALES</b>			
<b>N°</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO EN SEGUNDOS</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO EN MINUTOS</b>
1	Colocar EPP	6,59	0,11
2	Dirigirse al HEA	45,79	0,76
3	Toma el cartucho nuevo	31,94	0,53
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	29,96	0,50
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	10,95	0,18
6	Toma la muestra con la pinza	5,96	0,10
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.	19,33	0,32
8	Enfría la muestra.	11,38	0,19
9	Esmerila la muestra	14,92	0,25
10	Enfría la muestra.	10,91	0,18
11	Seca la muestra.	3,55	0,06
12	Esmerila la muestra	6,66	0,11
13	Dirige al laboratorio	4,14	0,07
14	Análisis de la muestra	41,37	0,69
15	Comunica resultado por radio Motorola.	10,99	0,18
16	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	<b>51,06</b>	<b>0,85</b>
17	Guardar resultados obtenidos.	27,36	0,46
18	Etiquetado de muestra.	7,95	0,13
<b>TOTAL</b>		<b>340,81</b>	<b>5,68</b>

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

Según los datos mostrados en el cuadro anterior, la velocidad aproximada de la línea es de 0.85 min/muestra, o sea  $1/0.85 = 1,18$  muestra/min. Se dice que esta es la velocidad de la línea, ya que es el tiempo requerido por la operación más lenta.

Como se puede observar, los tiempos de las operaciones son similares, aunque hay operaciones con una gran diferencia de tiempo con respecto a la operación siguiente, por lo que se debe buscar la forma de que los tiempos sean más uniformes para disminuir el tiempo.

### **3.3. Tiempo normal**

Mediante los datos obtenidos del primer registro procederemos a calcular el tiempo normal el cual 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.

Se determina mediante la siguiente fórmula:

#### **Formula N° 2**

$$TN = TC * C$$

Dónde:

**TN** = Tiempo normal

**TC** = Tiempo cronometrado u observado

**C** = Calificación considerada por el evaluador.

Para obtener el tiempo normal se debe realizar la valoración del trabajo, esto significa que debemos observar y calificar a qué ritmo trabaja el operador.

Debido a que la empresa no cuenta con datos históricos de este proceso para esta primera toma de datos y en vista de que los datos obtenidos se los realizo con diferentes operadores de los dos turnos se dio una calificación de **95**.

**Cuadro N° 23**  
**RITMO DE TRABAJO**

<b>RITMO DE TRABAJO</b>	
Acelerado	120
Rápido	115
Optimo	110
Bueno	105
Normal	100
Regular	<b>95</b>
Lento	90
Muy lento	85
Deficiente	80

La calificación de 95 es regular y se la considera como:

Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento pero no pierde el tiempo adrede mientras lo observan.

La valoración del ritmo de trabajo se la determina con la siguiente fórmula así:

**Formula N° 3**

$$V = \frac{C}{100}$$

Dónde:

V = Valoración del ritmo de trabajo

C = Calificación

100 = Constante.

Reemplazando valores nos da un valor de **0.95**, Con estos datos ya se puede determinar el tiempo normal de las primeras observaciones realizadas aplicando las debidas fórmulas para tener una pequeña noción del tiempo en este proceso así:

**Cuadro N° 24**

**TIEMPO NORMAL**

<b>N°</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>Tiempo cronometrado</b>	<b>Calificación del operario</b>	<b>Tiempo normal</b>
1	Colocar EPP	6,59	0,95	6,26
2	Dirigirse al HEA	45,79	0,95	43,50
3	Toma el cartucho nuevo	31,94	0,95	30,34
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	29,96	0,95	28,46
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	10,95	0,95	10,41
6	Toma la muestra con la pinza	5,96	0,95	5,66
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.	19,33	0,95	18,36
8	Enfría la muestra.	11,38	0,95	10,82
9	Esmerila la muestra	14,92	0,95	14,18
10	Enfría la muestra.	10,91	0,95	10,36
11	Seca la muestra.	3,55	0,95	3,37
12	Esmerila la muestra	6,66	0,95	6,33
13	Dirige al laboratorio	4,14	0,95	3,94
14	Análisis de la muestra	41,37	0,95	39,30
15	Comunica resultado por radio Motorola.	10,99	0,95	10,44
16	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	51,06	0,95	48,51
17	Guardar resultados obtenidos.	27,36	0,95	25,99
18	Etiquetado de muestra.	7,95	0,95	7,55
<b>TIEMPO DE CICLO</b>			<b>SEGUNDOS</b>	323,77
			<b>MINUTOS</b>	<b>5,40</b>

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

### 3.4. Tiempo estándar

Este es el tiempo que requiere un operario calificado y capacitado trabajando a un paso normal para realizar la operación.

Se determina de la siguiente manera:

#### Formula N° 4

$$TS = TN * (1 + Suplemento)$$

Dónde:

**TS** = Tiempo estándar

**TN** = Tiempo normal

**1** = Constante

**S** = Tiempo suplementario

EL objetivo de obtener el tiempo estándar en un primer plano de dicho proceso a ser estudiado en con el fin de:

- Determinar un tiempo de trabajo aceptable
- Para estimar tiempos de producción cuando existe algún cambio en la materia prima.
- Para incluir mejoras en procesos de baja eficiencia y operación lenta.

Para el cálculo del tiempo total estándar, se recurre a las tolerancias, las cuales son la magnitud adicional tolerable que se le aplica al tiempo normal.

Necesidades personales se recomienda emplear 5 %, fatiga corresponde a 4%, ya que los operarios deben agacharse un poco al realizar la operación equivale a un 2%. También el trabajo que realiza cada operario es fino y preciso, esta equivale a un 2%; teniendo un total de 13% representado así:

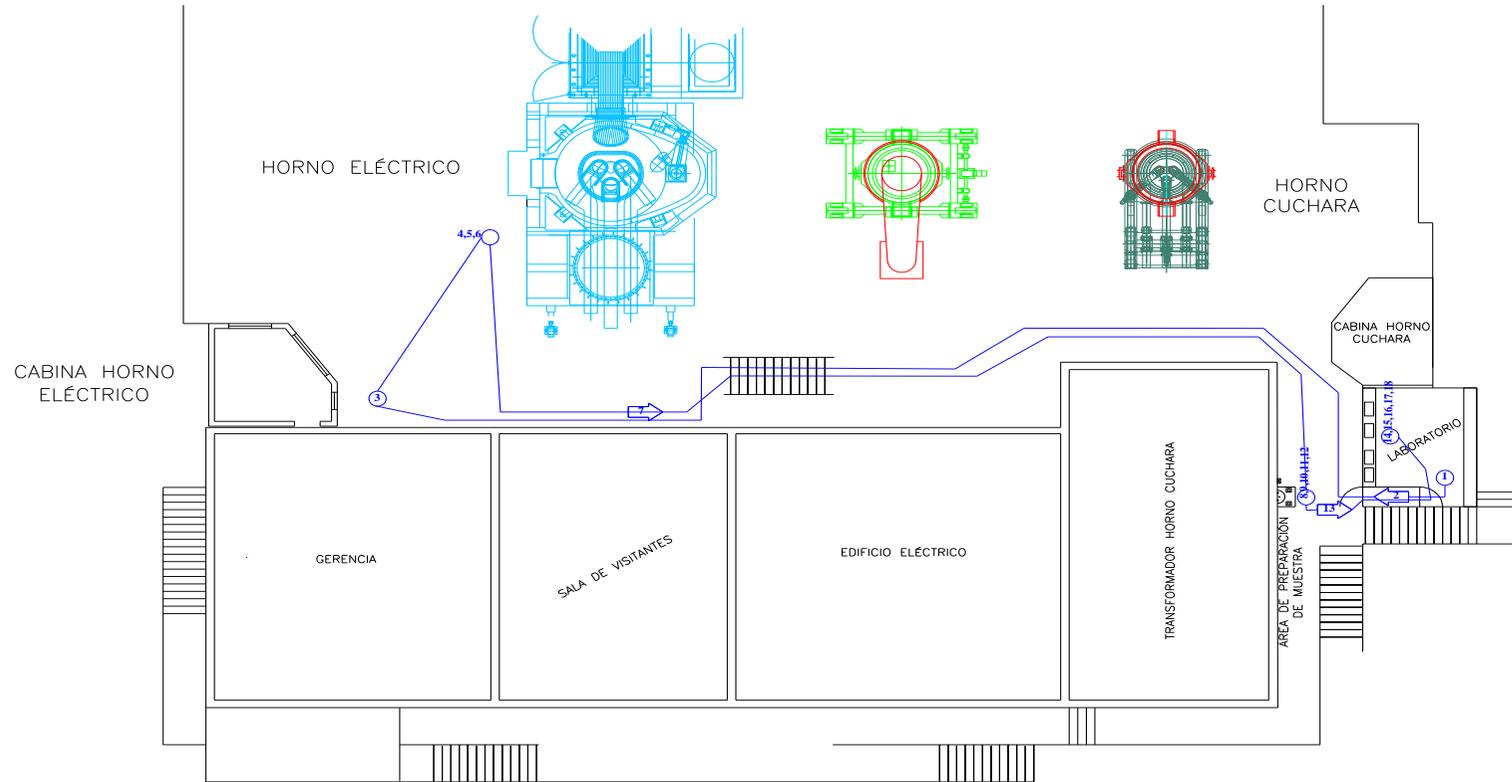
Cuadro N° 25

## TIEMPO ESTANDAR

N°	OPERACIÓN	TN. Tiempo normal	% de tolerancia	TS. Tiempo estándar
1	Colocar EPP	6,26	0,13	7,07
2	Dirigirse al HEA	43,50	0,13	49,15
3	Toma el cartucho nuevo	30,34	0,13	34,28
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	28,46	0,13	32,16
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	10,41	0,13	11,76
6	Toma la muestra con la pinza	5,66	0,13	6,40
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.	18,36	0,13	20,75
8	Enfría la muestra.	10,82	0,13	12,22
9	Esmerila la muestra	14,18	0,13	16,02
10	Enfría la muestra.	10,36	0,13	11,71
11	Seca la muestra.	3,37	0,13	3,81
12	Esmerila la muestra	6,33	0,13	7,15
13	Dirige al laboratorio	3,94	0,13	4,45
14	Análisis de la muestra	39,30	0,13	44,41
15	Comunica resultado por radio Motorola.	10,44	0,13	11,79
16	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	48,51	0,13	54,81
17	Guardar resultados obtenidos.	25,99	0,13	29,37
18	Etiquetado de muestra.	7,55	0,13	8,53
<b>TIEMPO DE CICLO</b>			<b>SEGUNDOS</b>	365,86
			<b>MINUTOS</b>	<b>6,10</b>

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

**GRAFICO N° 9**  
**DIAGRAMA DEL PROCESO DE FLUJO**

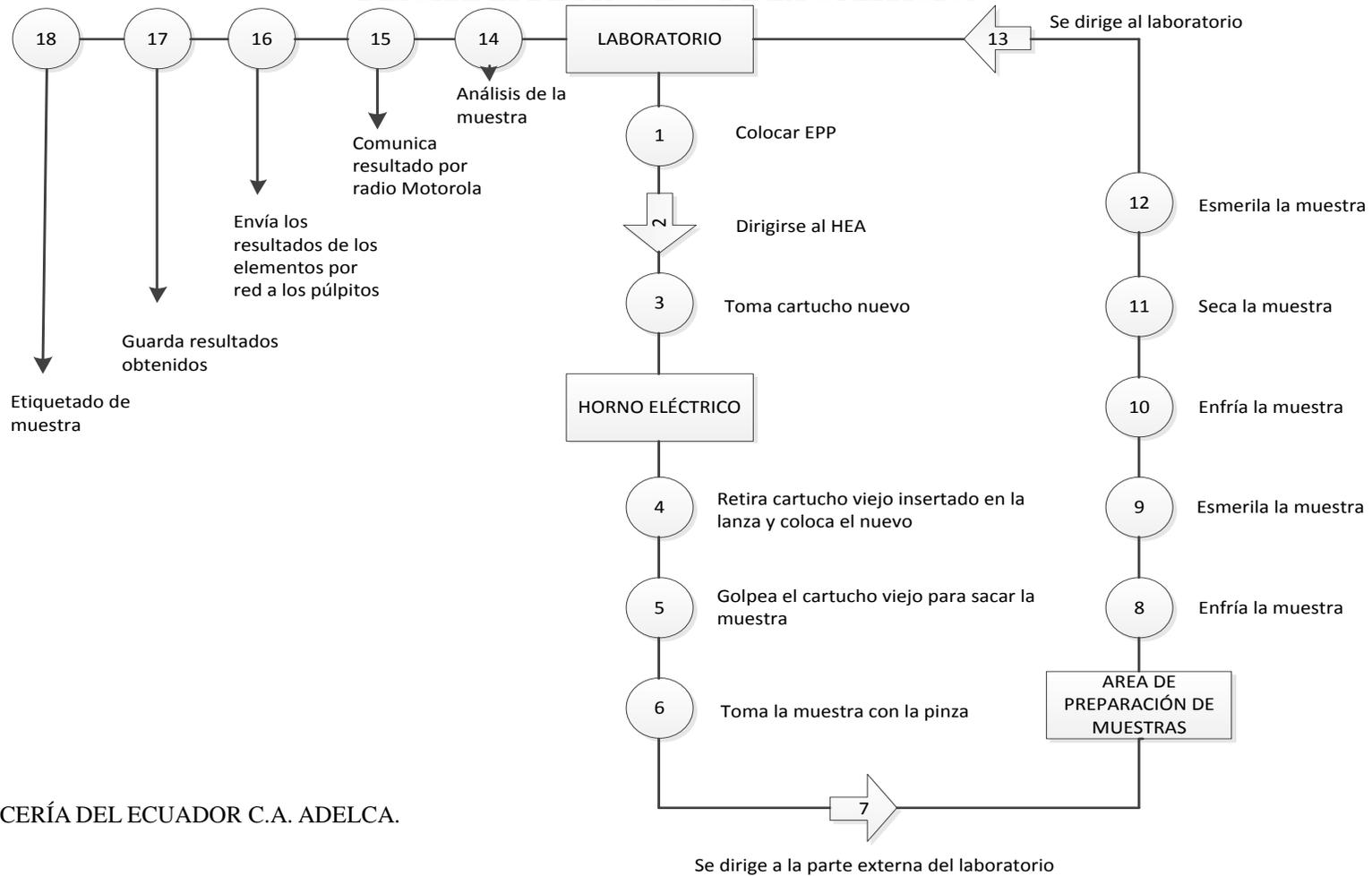


**Cuadro N° 26**  
**DIAGRAMA DE PROCESOS**

ADELCA ACERIAS DEL ECUADOR C.A.											
DIAGRAMA DE PROCESOS DE FLUJO											
Nombre del proceso						<b>RESUMEN</b>		<b>PRESENTE</b>		<b>PROPUESTO</b>	
Plano N° <u>1</u> Pieza <u>1</u> Diagrama N° <u>X</u>								N°	Tiempo	N°	Tiempo
Hombre <u>1</u> Material <u>acero</u> Departamento <u>calid</u>						<input type="radio"/>	Operación				
Inicia en: <u>Laboratorio de calidad</u>						<input type="checkbox"/>	Inspección				
Termina en: <u>Laboratorio de calidad</u>						<input type="checkbox"/>	Transporte				
Echo por: <u>Fabián Villegas</u>						<input type="checkbox"/>	Demora				
Tareas: <u>Extracción, transporte, preparación y análisis</u>						<input type="checkbox"/>	Almacenaje				
Fecha: <u>10 abril de 2013</u>						<b>Total tareas y tiempo</b>					
N°	Descripción del método actual	Operación <input type="radio"/>	Inspección <input type="checkbox"/>	Transporte <input type="checkbox"/>	Demora <input type="checkbox"/>	Almacenaje <input type="checkbox"/>	Distancia en metros	Cantidad/piezas	Tiempo en segundos	Observaciones	
1	Colocar EPP	●					0	1	7,07		
2	Dirigirse al HEA						46,4	1	49,15		
3	Toma el cartucho nuevo	●					0	1	34,28		
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	●					0	1	32,16		
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	●					0	1	11,76		
6	Toma la muestra con la pinza	●					0	1	6,40		
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.						46,4	1	20,75		
8	Enfría la muestra.	●					0	1	12,22		
9	Esmerila la muestra	●					0	1	16,02		
10	Enfría la muestra.	●					0	1	11,71		
11	Seca la muestra.	●					0	1	3,81		
12	Esmerila la muestra	●					0	1	7,15		
13	Dirige al laboratorio						5	1	4,45		
14	Análisis de la muestra	●					0	1	44,41		
15	Comunica resultado por radio Motorola.	●					0	1	11,79		
16	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	●					0	1	54,81		
17	Guardar resultados obtenidos.	●					0	1	29,37		
18	Etiquetado de muestra.	●					0	1	8,53		
<b>TOTAL TIEMPO DE CICLO</b>									<b>365,84</b>	<b>SEG</b>	
									<b>6,10</b>	<b>MIN</b>	
									<b>0,10</b>	<b>H</b>	

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACIÓN



FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

### 3.5. Eficiencia (E)

Este indicador mide la discrepancia o variación que existe entre la producción estándar (o ideal) y la producción actual (o real).

La fórmula para hallar la eficiencia es:

#### Formula N° 5

$$E = \frac{\text{Producción actual}}{\text{Producción estándar}} \times 100 =$$

Realizando un índice de comparación con la extracción de muestras de cada uno de los turnos que son de 12 horas, en cada uno de estos tenemos un margen de producción de:

**CUADRO N° 27**  
**INDICE DE PRODUCCION POR TURNO DE TRABAJO**

ÍNDICE DE PRODUCCIÓN POR TURNO DE TRABAJO								
Turno de 12 horas.	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Prom. Turno
Muestras Día	14	15	14	16	15	13	15	15
Muestras Noche	15	16	13	14	15	14	14	14
Promedio total de extracción de muestras								14,5
Total de extracción de muestras por los dos turnos.								29

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

De acuerdo al cuadro de extracción de muestras por turno tenemos: Producción actual = 15 muestras multiplicados por los dos turnos tenemos un total de 29 muestras por día de trabajo.

Producción estándar diaria = 18 muestras requeridas por los 2 turnos tendríamos un total de 36 muestras por día de trabajo.

Cabe mencionar que las 18 muestras son el máximo que se puede extraer debido a que se las toma cada 40 minutos en un turno de 720 minutos. Teniendo una eficiencia de:

#### **Formula N° 6**

$$E = (29/36) \times 100 = 80.55\%$$

Del total de la producción esperada, se ha realizado el 80.55% y el 19.45% restante se ha perdido entre paradas menores, ineficiencia del trabajador, métodos ineficaces, condiciones que no son favorables cuando se desarrolla el trabajo y movimientos innecesarios.

### **3.6. Producto defectuoso o Porcentaje defectuoso (P)**

Este indicador mide el porcentaje que representan los productos defectuosos con respecto a la producción.

Los productos defectuosos se pueden deber a:

- desperdicios de materiales.
- mal uso de la capacidad instalada.
- ineficiencia de la mano de obra.
- ineficiencia de mediciones, controles, etc.

La fórmula para hallar el producto defectuoso se la representa de la siguiente manera:

#### **Formula N° 7**

$$P = (\text{Total defectuoso} / \text{Total de producción}) \times 100 =$$

Realizando un análisis de cuantas muestras se pierden durante el turno de trabajo por las razones especificadas anteriormente se tiene el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 28**  
**INDICE DE PERDIDA EN LA PRODUCCION POR TURNO DE**  
**TRABAJO**

ÍNDICE DE PERDIDA EN LA PRODUCCIÓN POR TURNO DE TRABAJO								
Turno de 12 horas.	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Prom. Perdida
Muestras Día	14	15	14	16	15	13	15	
Muestras Noche	15	16	13	14	15	14	14	
Prom. Turno	14.50	15.50	13.50	15.00	15.00	13.50	14.50	
Perdida por turno	3.50	2.50	4.50	3.00	3.00	4.50	3.50	3.50
Total perdida por los dos turnos.								7

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

Del cuadro anterior podemos denotar que existe un total de 3.50 de muestras que son perdidas cuando ocurre un reproceso en la producción el cual nos impide la extracción de las 18 muestras previstas por cada turno en comparación al índice estadístico tenemos un porcentaje de:

$$\text{Total producción} = 36 \text{ muestras/día}$$

$$\text{Total perdidas por dos turnos} = 7 \text{ muestras/ día}$$

**Formula N° 8**

$$P = (7/36) \times 100 = 19.44\%$$

Por cada 100 unidades de producto terminado, el 19.44 % es desechado por que la muestra de acero no cumple con las propiedades químicas necesaria para dar continuación al proceso siguiente.

En consecuencia vamos a realizar un estudio de tiempos para poder mejorar o agilizar este proceso y tratar de llegar al 100% en eficiencia de la línea de Producción para este proceso.

### 3.7. Análisis de los datos obtenidos mediante las observaciones de los diagramas propuestos.

Con las observaciones realizadas mediante los diagramas graficados realizamos el siguiente análisis:

**CUADRO N° 29**  
**ANÁLISIS DEL RECORRIDO**

<b>ANÁLISIS DEL RECORRIDO EN LA TOMA Y TRANSPORTE DE MUESTRAS.</b>		
<b>N°</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN.</b>
1	Colocar EPP	Antes de salir del laboratorio debe colocarse el EPP.
2	Dirigirse al HEA	El operador debe transitar por debajo de cables energizados y debe atravesar 11 escalones a la mitad de su recorrido.
3	Toma el cartucho nuevo	Al llegar a la plataforma del horno debe tomar el cartucho nuevo.
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	Una vez extraído la lanza dentro del horno por parte del hornero el operador que transporta la muestra retira el cartucho que contiene la muestra e inmediato coloca el cartucho nuevo en la lanza.
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	El cartucho retirado hay que golpearlo para retirar la muestra que se encuentra en su interior, la muestra se deposita en el piso.
6	Toma la muestra con la pinza	La muestra que se encuentra en el piso es tomada con una pinza.
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.	Una vez tomada la muestra se dirige de forma apresurada o corriendo para ganar tiempo en el proceso al área de preparación de la muestra al costado del laboratorio.
8	Enfría la muestra.	En el área de preparación se lo deposita la muestra en el lavabo lo cual se lo enfría con agua.
9	Esmerila la muestra	Se la coloca en una base y se procede a realizar el esmerilado N° 1.
10	Enfría la muestra.	Se procede a enfriar la muestra con agua por segunda vez.
11	Seca la muestra.	Se lo realiza el secado de la muestra con aire a presión.
12	Esmerila la muestra	después del secado se procede al esmerilado N° 2, verificando que la muestra esta limpia sin escoria ni contaminantes que pueda alterar el análisis y por ende el resultado.
13	Dirige al laboratorio	Se retira la muestra de la base y se ingresa laboratorio.
14	Análisis de la muestra	Dentro del laboratorio se coloca en el equipo de análisis, el cual indica sus contenidos a la pantalla del computador.
15	Comunica resultado por radio Motorola.	Verificado los resultado el operador comunica el contenido a la cabina del horno de fundición para que proceda a realizar la evacuación de la colada de acero.
16	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	realiza el envío de los resultados por red a todos los elementos que corresponde en especial a los gerentes de calidad y producción.
17	Guardar resultados obtenidos.	Inmediato procede a realizar el archivo de los resultados en el equipo del laboratorio.
18	Etiquetado de muestra.	Para concluir realiza el etiquetado de la muestra con su respectiva codificación.

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

El recorrido que el trabajador realiza para dirigirse al horno eléctrico, en la toma inicial del tiempo para arrancar con el estudio es de 35,2 segundos. Se presenta este tiempo ya que cuando el operario realiza el recorrido de los 46,42 metros se dirige de manera ligera en las zonas en la que puede hacerlo no obstante presenta obstáculos como cables energizados que cuelgan en el horno cuchara y el horno eléctrico también pasa por escaleras que impiden su libre recorrido.

Al momento que llega el operador al área del horno eléctrico toma el cartucho nuevo y se direcciona cerca a la puerta del horno, retira de la lanza el cartucho usado el cual contiene la muestra y coloca el cartucho nuevo en la lanza para la próxima fundición, es por estas distintas actividades que el operador tiende a demorarse o retrasarse al momento de llevar la muestra al laboratorio.

Cuando recoge la muestra inicia su retorno al laboratorio, aquí se debe tomar en cuenta que el trabajador corre al momento de llevar la muestra exponiéndolo a que sufra una caída el momento de bajar los escalones o pasar obre los obstáculos de materiales o insumos que colocan otras áreas. Es más está expuesto a riesgos de electrocución por cables energizados que cuelgan del horno eléctrico y del horno cuchara.

Dentro del análisis de la muestra tiene una duración estandarizada que los equipos utilizan para analizar y arrojar datos a la computadora, después de este tiempo el operador verifica los datos y comunica al operador de la cabina del horno eléctrico de no ser los estándares permisibles de los componentes debe volver a tomar una nueva muestra realizando el mismo proceso (transporte, enfriado, secado, esmerilado, enfriado, secado, esmerilado y analizado) lo cual crea un retraso en la evacuación de la colada de acero.

### 3.8. Conclusiones:

- Se ha identificado que los operadores quien transportan las muestras de acero al momento de dirigirse al horno eléctrico deben atravesar por unos escalones el cual les disminuye tiempo y es peligroso para su libre tránsito.
- La ubicación de los cartuchos nuevos están alejados de la ruta del operador que transporta la muestra, esto implica que el operador tiene que recorrer una distancia más prolongada aumentando el tiempo en sus actividades.
- Los operadores que transportan las muestras no deberían retirar los cartuchos usados, extraer la muestra y colocar los cartuchos nuevos en las lanzas, estas tres actividades están por demás por motivos del tiempo que se toman se producen demoras en el transporte.
- De esta forma que se ha estado realizando el trabajo me ayudara a lograr un estudio consistente, y mejorar en la toma de decisiones.
- Dentro de la ruta que utilizan los operadores existen cables energizados de alto voltaje a la altura de la cabeza y los hombros los cuales les impide atravesar libremente y podrían sufrir fuertes descargas eléctricas.
- En algunos puntos dentro de la ruta que utilizan los operadores existe una baja iluminación la misma que puede provocar accidentes en los operadores que transitan por esas áreas.

### 3.9. Recomendaciones:

- Para los operadores que transportan las muestras de acero se debe evitar los escalones y construir una rampa diagonal a los mismos para evitar las demoras y el peligro constante de resbalones o caídas.
- Las actividades (3, 4, 5) de que realiza el operador en la plataforma del horno se debe eliminar para que no se desvíe de su ruta y sea más eficiente en sus actividades y se pueda acelerar el proceso.
- Se podrá mejorar el proceso al momento que el operador transporta la muestra caliente de acero en un envase con agua, para ganar tiempo en el enfriamiento de la misma, realizando 2 actividades a la vez.
- Al realizar un estudio de tiempos y movimientos se podrá aumentar la producción en un mismo número de horas que corresponde a un turno de trabajo.
- Dentro de la ruta que utilizan los operadores se debería colocar la debida iluminación, protección y aislamiento en los cables energizados de alto voltaje que tienen exposición a la altura de la cabeza y los hombros los cuales les impide atravesar libremente provocando retrasos, y accidentes en la función del proceso.
- Colocar una iluminación adecuada para el mejorar desempeño de los operadores que transitan por el lugar y evitar que se produzcan retrasos
- Ejecutar un estudio de tiempos y movimientos en base a los datos obtenidos en el proceso de extracción, transporte, preparación y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio para detectar operaciones críticas y tomar decisiones sobre cómo optimizar el tiempo de producción.

### **3.10. PROPUESTA ALTERNATIVA**

#### **3.10.1. TEMA:**

Creación de un nuevo proceso y estandarización de tiempos para mejorar la extracción y transporte de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio de la empresa ACERIAS DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

#### **3.10.2. Presentación de la propuesta.**

Debido a que la empresa ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA es una empresa sólida, competente en mercados nacionales como internacionales con la dotación de sus diferentes productos, atribuye el esfuerzo a la gran cantidad de colaboradores que prestan sus servicios dentro de ella por lo cual busca el bienestar y beneficio de los mismos con la mejora continua de cada uno de sus procesos.

Se realizará un nuevo proceso y estandarización de tiempos con la ayuda de la técnica del estudio de tiempos y movimientos en la extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio para determinar exactamente el número de minutos u horas que tardará un obrero calificado para ejecutar la operación cuando trabaja a una marcha normal.

Permitiéndonos analizar el método, materiales, herramientas e instalación que está siendo utilizada en la ejecución del trabajo, con el fin de llegar a:

1. Encontrar la forma más económica de hacer este trabajo.
2. Normalizar los métodos y materiales.
3. Determinar exactamente el tiempo necesario para que una persona competente realice el trabajo con una marcha normal.
4. Ayudar al aprendizaje del operario en el método nuevo.

Ya que las empresas requieren de una estimación de tiempos en cada uno de sus procesos para así poder medir, cuantificar y mejorar su producción requerida.

Debido a que los operarios en ciertas circunstancias ajenas a ellos no pueden cumplir con la producción definida por el deficiente reparto de materiales para su procesamiento, órdenes de trabajo equívocas o mal gestionadas o a su vez que ante una bajada o aumento de producción haya que colocar más máquinas o parar algunas.

Por lo cual la mejora del método de trabajo suele ser una consecuencia de la medición de tiempos. En ella, se puede observar el trabajo realizado y proponer mejoras en el sistema para la reducción de tiempos que se pueden aprovechar para el aumento de la producción, mejor distribución de los trabajos, ajustes de plantilla, etc. Aprovechando los recursos que ya se tiene en ejecución.

### **3.10.3. Justificación**

Los métodos y técnicas de producción atribuyen un gran adelanto dentro de los procesos productivos enmendando fallas existentes y aprovechando al máximo el recurso operativo dentro de una empresa como es el caso del estudio de tiempos y movimientos.

Esta propuesta se encuentra basada de acuerdo al proceso estudiado en la empresa ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA, debido a la gran competencia del mercado y al mejoramiento continuo en los procesos de producción, se tiene la necesidad de efectuar un nuevo proceso que mejore la extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio.

Para establecer tareas que agilicen el proceso anteriormente mencionado con la eliminación de movimientos innecesarios y la estandarización del tiempo en cada una de las actividades, a la vez se pretende ganar un poco más de tiempo que compense el reproceso que se produce cuando la muestra de acero no cumple con

las propiedades químicas establecidas de acuerdo a los estándares de calidad requeridos.

Manteniendo el estándar de 16 muestras por cada turno de 12 horas, o a su vez mejorar el índice de extracción de muestras a 18 que son el límite propuesto ya que cada extracción se la realiza cada 40 minutos.

#### **3.10.4. Objetivos:**

##### **3.10.4.1. Objetivo general.**

Realizar un nuevo proceso y estandarización del tiempo mediante la observación y la eliminación de actividades que impiden la optimización del proceso de extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio.

##### **3.10.4.2. Objetivos específicos.**

- Determinar tareas que sean innecesarias dentro del proceso para una mejor fluidez en la extracción de muestras de acero.
- Analizar las tareas realizadas en el transcurso del proceso de extracción de muestras de acero para establecer los tiempos estándares necesarios evaluando porcentajes de tiempos suplementarios, (necesidades personales, fatiga y especiales).
- Elaborar un proceso dentro de las actividades disminuyendo tiempos muertos, simplificando tareas innecesarias, y estandarizando tiempos para reducir los costos de producción en un horario normal de trabajo.

##### **3.10.5. Impacto social**

Con el análisis realizado en conjunto con los operadores mediante este trabajo logramos adquirir conocimientos sobre la técnica de un estudio de tiempos y movimientos, y a la vez podemos relacionar como se puede mejorar un método de

trabajo con los recursos y los existente en un proceso productivo los cuales resultan muy útiles para los colaboradores dentro de la empresa, ya que se logra así la superación de algunas dificultades ajenas al proceso que aquejan a la actividad productiva con necesidades básicas insatisfechas. Disminuyendo horas, realizando de una forma óptima el trabajo y evitando actividades innecesarias que impliquen riesgos.

#### **3.10.6. Impacto técnico**

La ejecución un estudio de tiempos y movimientos dentro de este proceso permite mejorar la producción con la simplificación de actividades innecesarias, la disminución de tiempos muertos, y la estandarización de las actividades ya que son de mucha importancia para verificar si se está cumpliendo con la producción requerida y técnicamente es aplicable, de esta manera estaríamos optimizando los costos de producción.

#### **3.10.7. Impacto económico**

Debido a que el mejoramiento del método de trabajo se lo realiza con la redistribución de las actividades y la estandarización de tiempos en el proceso con los recursos existentes no implica un gasto para la empresa, al contrario se contribuye importantemente con el mejoramiento continuo de sus procesos con la satisfacción de las necesidades existentes el cual es un ahorro económico para la empresa por tanto el proyecto es viable.

#### **3.10.8. Estructura de la propuesta.**

Como se explicó en el Capítulo II del trabajo investigativo se realizó una primera toma de datos que fueron indispensables para el comienzo de este estudio debido a que la empresa no contaba con datos históricos, basándonos con esto plantearemos nuestra propuesta de la siguiente manera:

- Determinación del número de observaciones basadas en la tabla Westinghouse y su producción anual.
- Observación y registro de tiempos mediante el formato establecido.
- Cálculo de desviación media de cada una de las tareas.
- Simplificación de tareas innecesarias que agilicen el proceso de extracción, transporte y análisis de la muestra de acero.
- Descripción del proceso propuesto.
- Instructivo propuesto para el desarrollo del proceso
- Cálculo del tiempo normal con el nuevo instructivo.
- Cálculo de suplementos dentro del proceso.
- Cálculo del tiempo estándar.
- Cálculo de eficiencia de la operación.
- Diagrama de recorrido propuesto.
- Diagrama propuesto de proceso de recorrido.
- Diagrama propuesto de proceso de la operación.

### **3.10.9. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.**

#### **3.10.9.1. Determinación del número de observaciones basadas en la tabla Westinghouse y su producción anual.**

Para el desarrollo de este estudio se va a determinar el cálculo de las observaciones por medio de la tabla Westinghouse. Esta es una herramienta muy útil debido a que las operaciones son muy repetitivas y se realizan en intervalos muy cortos de tiempo.

El modo el cual se determina el número de observaciones es el siguiente:

1. Se debe determinar el tiempo de ciclo que dura la operación o proceso en minutos.
2. Calculamos el número de piezas o unidades que se trabajan anualmente (producción por año).

3. Ubicamos la intersección del tiempo de ciclo con el número de piezas fabricadas anualmente, y el resultado será las observaciones a desarrollar así:

La jornada de trabajo que se realiza es de dos turnos de 12 horas, en cada turno se toma un número de 14 a 16 muestras, sacando un promedio de este resultado nos da 15 muestras por turno.

Las 15 muestras multiplicamos por los dos turnos obteniendo un valor de 30 unidades, estas la volvemos a multiplicar por 365 días del año y obtenemos una producción anual de **10.950** lo cual sobrepasa las 10.000 unidades al año.

Como podemos observar en el cuadro N° 15 de la primera toma de tiempos para el desarrollo del trabajo tenemos 340.81 segundos para 18 operaciones, trasformamos a minutos  $340.81/60 = 5.68$  minutos. Ubicamos los resultados en la tabla y tenemos un total de **20** observaciones.

**Cuadro N° 30**  
**Tabla Westinghouse**

<b>Tabla Westinghouse</b>				
<b>Número mínimo de ciclos que se estudiarán para una determinada actividad</b>				
<b>Tiempo de ciclo</b>	<b>más de 10.000/año</b>	<b>De 5.000 a 10.000/año</b>	<b>De 1.000 a 5.000/año</b>	<b>Menos de 1.000/año</b>
Más de 60min.	6	5	4	3
40 a 60min.	8	7	6	5
20 a 40min.	10	9	8	7
10 a 20min.	12	11	10	9
<b>5 a 10min.</b>	<b>20</b>	18	16	15
2 a 5min.	25	22	20	18
1 a 2min.	40	35	30	25
Menos de 1min.	60	50	45	40

Fuente: García Criollo, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos

### **3.10.9.2. Observación y registro de tiempos mediante el formato establecido.**

Una vez obtenido el número de observaciones necesarias, procedemos con la hoja de tiempos en la cual se anotarán datos como el nombre del producto, nombre de las piezas, nombre del operario, nombre de la máquina, nombre del analista, fecha, hora de inicio, hora final.; estos datos van en la parte superior de la hoja.

En esta hoja se transcribe los datos obtenidos en el estudio de tiempos, como: los ciclos cronometrados, la calificación del operario, promedio de la calificación y número de ciclos tomados, también es necesario colocar los suplementos que tiene cada persona y los misceláneos que se da en cada proceso.

El número de observaciones del elemento realizadas del estudio se suma y se divide para el número de ciclos observados, obteniendo un promedio de los tiempos.

La información necesaria para llevar a cabo este estudio procederá de las secciones definidas en base a la planilla o formato establecido.

Las observaciones se deben llevar a cabo desde el inicio del trabajo de la toma de muestras hasta concluir una jornada normal.

#### **3.10.9.2.1. Calificación del operario.**

Si se tienen dos operarios que realizan la misma tarea y se les cronometra, probablemente se obtengan tiempos distintos para cada uno de ellos. Si se hace la suposición de que uno es rápido y el otro lento.

Por lo tanto se necesitará, introducir alguna corrección para referir en ambos casos el tiempo empleado, al que precisaría un operario medio. A esta corrección se le denomina Factor Ritmo.

Considerando que el operario medio, es aquél que posee una constitución normal, unas aptitudes normales para el trabajo, una cierta experiencia en su ejecución y un interés por realizar el trabajo, también medio se la ha dado una calificación de **100** para nuestro estudio.

A continuación se presenta la hoja con los tiempos cronometrados de acuerdo a las observaciones realizadas dentro del proceso de extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio en la empresa CERÍA DEL ECUADOR C. A. ADELCA.

### Cuadro N° 31

### Formato de hoja de tiempos

FORMATO PARA OBSERVACIONES Y CRONOMETRAR TIEMPOS																							
Supervisor encargado: <u>FA VIAN VILLEGAS</u>										Hora: <u>7 H 00 AM</u>													
Línea: <u>EXTRACCIÓN, TRANASPORTE Y ANÁLISIS DE MUESTRAS DE ACERO</u>										Turno: <u>PRIMERO Y SEGUNDO</u>													
Fecha: _____										Tiempo: seg <input checked="" type="checkbox"/> min <input type="checkbox"/> H <input type="checkbox"/>													
N°	OPERACIÓN	TO.1 en seg.	TO.2 en seg.	TO.3 en seg.	TO.4 en seg.	TO.5 en seg.	TO.6 en seg.	TO.7 en seg.	TO.8 en seg.	TO.9 en seg.	TO.10 en seg.	TO.11 en seg.	TO.12 en seg.	TO.13 en seg.	TO.14 en seg.	TO.15 en seg.	TO.16 en seg.	TO.17 en seg.	TO.18 en seg.	TO.19 en seg.	TO.20 en seg.	PROMEDIO DE OBSERVACIONES	DESVIACIÓN MEDIA
1	Colocar EPP	8,23	6,24	5,46	5,87	6,24	5,87	8,23	6,24	8,23	6,24	5,46	5,87	5,89	6,25	7,25	8,23	5,89	6,25	7,25	5,87	6,55	0,95
2	Dirigirse al HEA	45,3	40,2	50,1	49,5	40,2	45	45,3	40,2	45,3	40,2	50,1	45	43	50,3	48,2	40,5	43	50,3	48,2	45	45,24	3,66
3	Toma el cartucho nuevo	28,6	30,6	34,3	36,5	30,6	20,9	28,6	30,6	28,6	30,6	34,3	20,9	32,6	32,5	32,3	39,2	32,6	32,5	32,3	20,9	30,48	4,76
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	25,4	20,2	24,3	24,6	20,2	29,1	25,4	20,2	25,4	20,2	24,3	29,1	38,2	40,3	30,2	37,4	38,2	40,3	30,2	29,1	28,61	6,74
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	10,5	9,25	10	12,3	9,25	11,9	10,5	9,25	10,5	9,25	10	11,9	10,8	10,2	11,6	12	10,8	10,2	11,6	11,9	10,69	1,00
6	Toma la muestra con la pinza	6,24	5,26	6,23	5,14	5,26	7,25	6,24	5,26	6,24	5,26	6,23	7,25	5,07	6,23	7,21	5,01	5,07	6,23	7,21	7,25	6,06	0,82
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.	20,5	19,4	18,5	17,6	19,4	20,6	20,5	19,4	20,5	19,4	18,5	20,6	19,3	19,5	18,4	20,3	19,3	19,5	18,4	20,6	19,49	0,89
8	Enfría la muestra.	12,5	10,2	10,8	12	10,2	10,2	12,5	10,2	12,5	10,2	10,8	10,2	11,5	11,6	11,3	12,3	11,5	11,6	11,3	10,2	11,19	0,86
9	Esmerila la muestra	14,5	13,7	15,2	14,8	13,7	17,6	14,5	13,7	14,5	13,7	15,2	17,6	15	13,3	15,8	14,3	15	13,3	15,8	17,6	14,96	1,34
10	Enfría la muestra.	11,5	10	10,5	12,1	10	11,6	11,5	10	11,5	10	10,5	11,6	11,5	10,3	10,6	10,3	11,5	10,3	10,6	11,6	10,86	0,69
11	Seca la muestra.	4,13	2,98	3,42	3,23	2,98	3,15	4,13	2,98	4,13	2,98	3,42	3,15	4,12	3,12	4,57	3,23	4,12	3,12	4,57	3,15	3,53	0,55
12	Esmerila la muestra	7,87	6,89	6,78	7,23	6,89	6,48	7,87	6,89	7,87	6,89	6,78	6,48	7,23	5,12	6,23	6,12	7,23	5,12	6,23	6,48	6,73	0,74
13	Dirige al laboratorio	3,78	4,23	3,56	4,21	4,23	3,45	3,78	4,23	3,78	4,23	3,56	3,45	4,56	3,78	4,78	4,25	4,56	3,78	4,78	3,45	4,12	0,39
14	Análisis de la muestra	39,3	40,3	43,6	40,8	40,3	42,9	39,3	40,3	39,3	40,3	43,6	42,9	41,3	42,9	41,3	40,2	41,3	42,9	41,3	42,9	41,31	1,43
15	Comunica resultado por radio Motorola.	10,3	11,8	12,8	12,9	11,8	12,5	10,3	11,8	10,3	11,8	12,8	12,5	12,5	7,89	9,45	8,98	12,5	7,89	9,45	12,5	11,11	1,62
16	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	50,5	50,5	51,6	50,1	50,5	52,6	50,5	50,5	50,5	50,5	51,6	52,6	52,4	50,2	51,4	50,2	52,4	50,2	51,4	52,6	51,14	0,91
17	Guardar resultados obtenidos.	28,8	29,1	23,5	28,5	29,1	25,9	28,8	29,1	28,8	29,1	23,5	25,9	24,1	32,2	30,1	24,2	24,1	32,2	30,1	25,9	27,64	2,72
18	Etiquetado de muestra.	7,58	8,41	7,98	8,21	8,41	8,54	7,58	8,41	7,58	8,41	7,98	8,54	6,25	7,23	9,23	8,12	6,25	7,23	9,23	8,54	7,99	0,79
																					SEG	337,70	
																					MIN	5,63	
																					H	0,09	

TO = Tiempo Observado

TIEMPO DE CICLO

SEG  
MIN  
H

En relación al cuadro de registro de tiempos con el número de observaciones necesarias, sacando un promedio de tiempo de cada una de las tareas, denotamos que el tiempo de ciclo es de 337.70 segundos, que nos da un total de **5.63 minutos** el cual es el tiempo promedio que se demora este proceso.

Con esto podemos hacer relación a la primera toma de tiempos realizado en el segundo capítulo, dándonos cuenta de que no existe una diferencia magna en el tiempo de ciclo entre las dos hojas de observación.

Cabe mencionar que nuestra propuesta se basa en agilizar en proceso de extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio, por lo que basándonos en el primer análisis de resultados del segundo capítulo y la observación que se realizó mediante la deducción de la fórmula, denotamos que no existe muchos inconvenientes en si dentro de lo que es el proceso.

Sino que, los contratiempos son el resultado de obstáculos que se presentan en el transcurso del el horno eléctrico al laboratorio y viceversa, así como también algunas tareas innecesarias y movimientos ineficientes que se los efectúa al momento de realizar las tareas. Pero se puede eliminar algunas de ellas que impiden la ejecución eficaz de este proceso.

Permitiéndonos realizar un nuevo instructivo y estandarización del tiempo que agilite el proceso de extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio.

Tratando de compensar el tiempo, que se presenta en el reproceso que se genera cuando la muestra no cumple con las características químicas requeridas de acuerdo a la norma establecida, para llegar a las 18 muestras que son el máximo que se puede sacar por cada turno de 12 horas.

Ya que cada muestra se la extrae en una frecuencia de 40 minutos, tiempo que se demora el proceso de fundición del acero.

### 3.10.10. Promedio de tiempo de acuerdo a los datos observados.

**Cuadro N° 32**  
**PROMEDIO DE TIEMPO CRONOMETRADO POR OPERACIÓN**

N°	OPERACIÓN	Prmedio de tiempo cronometrado.
1	Colocar EPP.	6.55
2	Dirigirse al HEA.	45.24
3	Toma el cartucho nuevo.	30.48
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	28.61
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra.	10.69
6	Toma la muestra con la pinza	6.06
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.	19.49
8	Enfría la muestra.	11.19
9	Esmerila la muestra	14.96
10	Enfría la muestra.	10.86
11	Seca la muestra.	3.53
12	Esmerila la muestra.	6.73
13	Dirige al laboratorio.	4.12
14	Análisis de la muestra.	41.31
15	Comunica resultado por radio Motorola.	11.11
16	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	51.14
17	Guardar resultados obtenidos.	27.64
18	Etiquetado de muestra.	7.99
	<b>SEGUNDOS</b>	<b>337.70</b>
	<b>MINUTOS</b>	<b>5.63</b>

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

### 3.10.10.1. Promedio de tiempo observado menos desviación media.

#### Desviación media.

Es la medida aritmética de las desviaciones de los valores que toma la variable con respecto a la media aritmética, por lo tanto se debe aplicar este cálculo a nuestro estudio debido a nos señala con cuanto se separa los tiempos cronometrados con relación a la media aritmética.

Su fórmula está representada de la siguiente manera:

#### Formula N° 5

$$D\bar{x} = \frac{\sum d}{N}$$

Dónde:

$D\bar{x}$  = Desviación media

$\sum d$  = Sumatoria de desviaciones

N = Número de casos

En nuestro caso nos quedaría de la siguiente manera:

Primeros valores del tiempo cronometrado.

Colocar EPP	8.23	6.24	5.46	5.87	6.24	5.87	8.23	6.24	8.23	6.24	5.46	5.87	5.89	6.25	7.25	8.23	5.89	6.25	7.25	5.87
-------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

$$\bar{x} = \frac{8.23 + 6.24 + 5.46 + 5.87 + 6.24 + 5.87 + 8.23 + 6.24 + 8.23 + n + n + n + n + n + n}{20} = 6.55$$

$$D\bar{x} = \frac{[8.23 - 6.55] + [6.24 - 6.55] + [5.46 - 6.55] + [5.87 - 6.55] + [8.23 - 6.55] + [6.24 - 6.55] + [n - 6.55]}{20} = 0.95$$

$$D\bar{x} = 0.95$$

A continuación se presenta el siguiente cuadro de valores cronometrados sacados la desviación media.

Cuadro N° 33

**TIEMPO CRONMETRADO MENOS DESVIACION MEDIA**

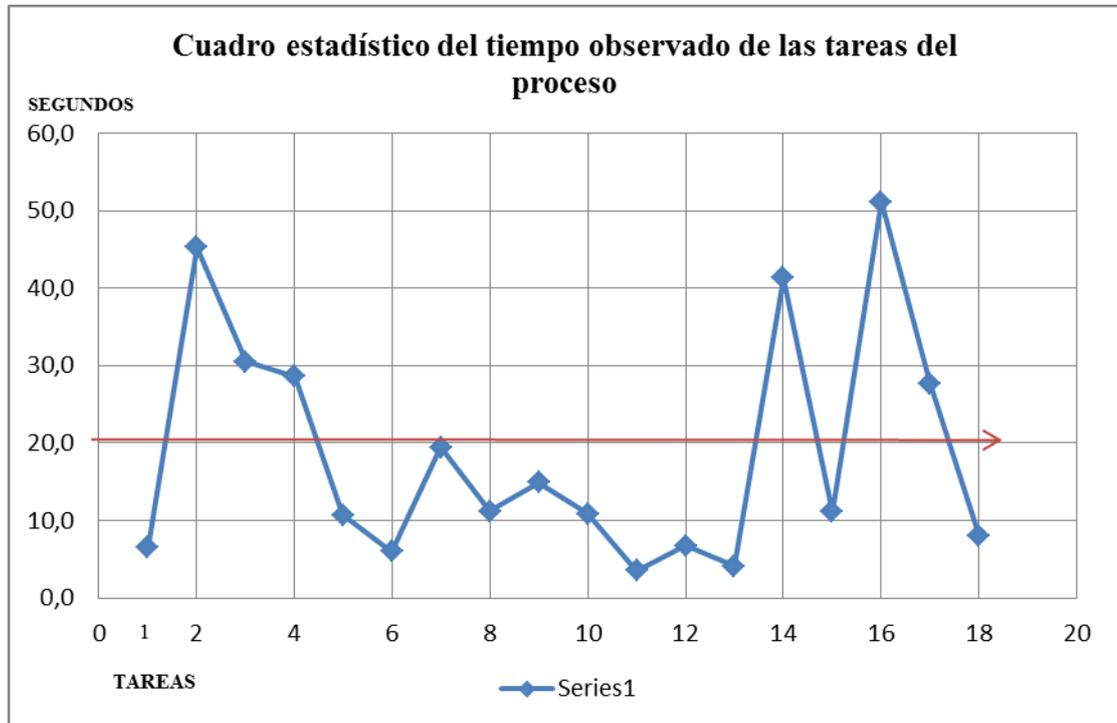
<b>TIEMPO CRONOMETRADO MENOS DESVIACIÓN MEDIA</b>					
<b>Nombre del proceso</b>					
<b>Plano N°</b>	<input type="text" value="1"/>	<b>Pieza</b>	<input type="text" value="1"/>	<b>Diagrama N°</b>	<input type="text" value="X"/>
<b>Hombre</b>	<input type="text" value="1"/>	<b>Material</b>	<input type="text" value="acero"/>	<b>Departamento</b>	<input type="text" value="calidad"/>
<b>Inicia en:</b> Laboratorio de calidad					
<b>Termina en:</b> Laboratorio de calidad					
<b>Echo por:</b> Fabián Villegas				<b>TIEMPO EN:</b> Segundos	
<b>Tareas:</b> Extracción, transporte, preparación y análisis					
<b>Fecha:</b> 10 abril de 2013					
<b>N°</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>TC. Tiempo cronometrado</b>	<b>Desviación media</b>	<b>TC menos Desviación media</b>	
1	Colocar EPP	6,55	0,95	5,61	
2	Dirigirse al HEA	45,24	3,66	41,58	
3	Toma el cartucho nuevo	30,48	4,76	25,72	
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	28,61	6,74	21,87	
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	10,69	1,00	9,69	
6	Toma la muestra con la pinza	6,06	0,82	5,23	
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.	19,49	0,89	18,60	
8	Enfría la muestra.	11,19	0,86	10,33	
9	Esmerila la muestra	14,96	1,34	13,62	
10	Enfría la muestra.	10,86	0,69	10,17	
11	Seca la muestra.	3,53	0,55	2,98	
12	Esmerila la muestra	6,73	0,74	5,99	
13	Dirige al laboratorio	4,12	0,39	3,74	
14	Análisis de la muestra	41,31	1,43	39,88	
15	Comunica resultado por radio Motorola.	11,11	1,62	9,49	
16	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	51,14	0,91	50,22	
17	Guardar resultados obtenidos.	27,64	2,72	24,93	
18	Etiquetado de muestra.	7,99	0,79	7,20	
<b>TIEMPO DE CICLO</b>			<b>SEG</b>	306,85	
			<b>MIN</b>	5,11	

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

Realizando un cuadro estadístico con el promedio de datos menos la desviación media tenemos:

**Cuadro N° 34**

**ESTADISTICA TIEMPO OBSERVADO DE LAS TAREAS DEL PROCESO**



FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

De acuerdo al cuadro observamos que las tareas que obtienen los picos más altos son las que mayor tiempo conllevan a realizarse entre las cuales tenemos:

- Tarea 2
- Tarea 3
- Tarea 4
- Tarea 14
- Tarea 16
- Tarea 17

### **3.10.11. Simplificación de tareas innecesarias que agilicen el proceso de extracción, transporte y análisis de la muestra de acero.**

Para agilizar el transporte de la muestra (**tarea 2, 7**), se puede realizar un pequeño cambio en la ruta por donde transita el operario, adaptando una rampa aladaña a los escalones la misma que deberá estar fabricada de acuerdo a las especificaciones de la normativa legal del manual de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SSMA) mandato 2393, con pasamanos de seguridad y en el piso una moqueta de caucho antideslizante para evitar deslizamiento o caídas al mismo o distinto nivel. Debido a que existen 11 escalones que retrasan la llegada al momento de subir y bajar.

Dentro de la plataforma del horno eléctrico de fundición de acero existen 3 operadores que realizan las tareas de inyección de carbón, oxígeno, medición de temperatura de la colada de acero fundido y escoriado los mismos que pueden sacar la muestra. Debido a que es una operación que no implica demora a sus actividades, de esta manera se elimina la **tarea 3, 4 y 5** con lo cual el operador que lleva la muestra tendría únicamente que recoger la muestra y llevarla al laboratorio para su respectiva preparación y análisis.

Una vez realizada la operación 6 se podría combinar la operación **7 y 8** en la cual se dotaría de un cubeto o recipiente de aluminio con un volumen adecuado al para el transporte de la muestra, el cual debe contener 500ml de agua dentro de este para que en el transcurso del transporte de la muestra está ya se vaya enfriando. Con este procedimiento estaríamos eliminando la **operación 8**.

El operador al llegar al área de preparación debe vaciar el recipiente que contiene la muestra inmerso a esto debe accionar los dos esmeriles a la vez para ganar tiempo en el encendido y arranque de la máquina (**tareas 9, 10, 11, 12**).

Para las tareas **16 y 17** se podría adquirir equipos más sofisticados que realicen el análisis y arrojen los resultados más rápido, pero para este caso se trata de mejorar

el recurso disponible inmerso dentro de este proceso el cual no implique gastos a la empresa.

**Cuadro N° 35**  
**Tareas Eliminadas y Simplificadas**

<b>TAREAS ELIMINADAS Y SIMPLIFICADAS</b>		
<b>N°</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>T.C. menos desviación media</b>
1	Colocar EPP	5.61
2	Dirigirse al HEA	41.58
3	Toma el cartucho nuevo	25.72
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	21.87
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	9.69
6	Toma la muestra con la pinza	5.23
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.	18.60
8	Enfría la muestra.	10.33
9	Esmerila la muestra	13.62
10	Enfría la muestra.	10.17
11	Seca la muestra.	2.98
12	Esmerila la muestra	5.99
13	Dirige al laboratorio	3.74
14	Análisis de la muestra	39.88
15	Comunica resultado por radio Motorola.	9.49
16	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	50.22
17	Guardar resultados obtenidos.	24.93
18	Etiquetado de muestra.	7.20
	<b>SEGUNDOS</b>	306.85
	<b>MINUTOS</b>	5.11

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

**Cuadro N° 36**  
**Tareas eliminadas**

N°	OPERACIÓN	T.C. menos desviación media
3	Toma el cartucho nuevo	25.72
4	Retira cartucho viejo insertado en la lanza y colocar el nuevo.	21.87
5	Golpea en cartucho viejo para sacar la muestra	9.69
8	Enfría la muestra.	10.33
<b>SEGUNDOS</b>		67.61
<b>MINUTOS</b>		<b>1.13</b>

**FUENTE:** ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

Con estas especificaciones se pueden eliminar la tarea 3, 4, 5 y 6 con la cual obtenemos un ahorro de tiempo de **1.13 minutos** un ahorro que es muy importante para poder agilizar el proceso.

**Cuadro N° 37**  
**Tareas simplificadas**

N°	OPERACIÓN	T.C. menos desviación media	Tiempo ganado	Tiempo mejorado	Descripción
2	Dirigirse al HEA	41,58	3,38	<b>38,20</b>	si se cambia los escalones por la rampa
7	Dirige a la parte externa del laboratorio.	18,60	3,38	<b>15,22</b>	si se cambia los escalones por la rampa
<b>SEGUNDOS</b>			<b>6,76</b>		

**FUENTE:** ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

### **3.11. Descripción del proceso propuesto.**

Si cambiamos los escalones por la rampa tenemos un ahorro de **6.76 segundos** en cada salida de toma muestras.

Las operaciones que se llevan a cabo en el proceso de extracción, transporte y análisis de muestras de acero del horno eléctrico al laboratorio se realizan en períodos muy cortos de tiempo y van seguidas una de la otra, por lo que el flujo de las operaciones debe ser lo más continuo posible y deben minimizarse las distancias entre las operaciones, con lo expuesto anteriormente el proceso nos queda de la siguiente manera:

El proceso inicia en el laboratorio de muestras, donde el operador recibe una llamada vía radio transmisor por parte del operador de la cabina del horno de fundición, en consecuencia se coloca el EPP, toma del lavabo el recipiente que debe contener el agua y procede con dirección al horno eléctrico siguiendo su rumbo por la rampa (el operador no deberá subir por los escalones para precautelar su seguridad).

Llega al horno eléctrico, recoge con la pinza la muestra que ya debe ser extraída por los operadores del horno y la coloca en el recipiente con agua y se dirige al área de preparación de la muestra.

Vacía el recipiente con la muestra en el lavabo en consecuencia enciende los 2 esmeriles uno con la mano derecha y otro con la izquierda. Seca la muestra con aire a presión, se coloca en una base para ser esmerilada y sacar la escoria metálica que contiene la muestra, es enfriada y secada nuevamente para luego ingresar dentro del laboratorio y colocar en el porta muestras para el análisis mediante computadora.

Una vez realizado el análisis los datos son enviados a los operadores para que procedan a evacuar la colada. De lo contrario al no contener las propiedades químicas establecidas se repetirá los mismos pasos.

### 3.11.1. Instructivo propuesto para el desarrollo del proceso.

**Cuadro N° 38**  
**Desarrollo propuesto**

NÚMERO	TAREA
1	Colocar EPP y tomar recipiente con agua
2	Dirigirse al horno eléctrico
3	Toma muestra con la pinza y la coloca en el recipiente
4	Dirigirse al área de preparación de la muestra
5	Vacía recipiente en el lavabo y acciona esmeriles
6	Seca la muestra y coloca en base para esmerilar
7	Esmerila la muestra en el disco granulado grueso y luego en el fino
8	Enfría la muestra
9	Seca la muestra
10	Se dirige al laboratorio al análisis de la muestra
11	Coloca muestra en analizador
12	Comunica resultados por radio Motorola
13	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos
14	Guarda resultados obtenidos
15	Etiqueta muestra

**FUENTE:** ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

### 3.11.2. Tiempo propuesto para la ejecución de tareas

**Cuadro N°39**

**Tiempo propuesto para las tareas**

<b>TIEMPO PROPUESTO PARA LAS TAREAS.</b>		
<b>N°</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>TIEMPO PROPUESTO</b>
1	Colocar EPP	5,61
2	Dirigirse al HEA	38,20
3	Toma la muestra con la pinza y coloca en el recipiente	5,23
4	Dirigirse al área de preparación de la muestra.	15,22
5	Vacía recipiente en el lavabo y acciona esmeril.	3,21
6	Esmerila la muestra en el disco granulado y grueso y luego en el fino.	2,98
7	Enfría la muestra.	19,61
8	Seca la muestra.	10,33
9	Esmerila la muestra	2,45
10	Dirige al laboratorio al análisis de la muestra.	3,74
11	Coloca muestra en analizador.	39,88
12	Comunica resultado por radio Motorola.	9,49
13	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos.	50,22
14	Guardar resultados obtenidos.	24,93
15	Etiquetado de muestra.	7,20
		<b>SEGUNDOS</b>
		238,30
		<b>MINUTOS</b>
		<b>3,97</b>

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

### **3.11.3. Cálculo del tiempo normal con el nuevo instructivo.**

Para este paso se debe calificar al operario, nuestra valoración del ritmo de trabajo se la realizo con los operadores de los diferentes turnos. Los mismos que fueron analizados durante el estudio previsto, en vista de esto se ubicó al más hábil y capacitado para la ejecución de esta tarea.

Para este caso se ha dado una calificación de **100** a nuestro operario amigo.

Debido a que es Activo, capaz, como obrero calificado medio pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado. El cual nos servirá para realizar el caculo correspondiente que efectuaremos en cada una de las tareas que presenta este proceso.

Se la determina de la siguiente manera:

#### **Formula N° 9**

$$\text{CALIFICACIÓN} = \frac{100}{100} = 1$$

Donde la valoración es igual a 1.

#### **Tiempo normal (TN)**

Es el tiempo observado en el cual un operario capacitado, conocedor del trabajo y desarrollándolo a un ritmo normal, emplearía en la ejecución de la tarea objeto del estudio.

Determinándolo de la siguiente manera:

**Formula N° 10**

$$TN = TO * VALORACIÓN$$

$$TN = 5.61 * 1 = 5.61$$

También se la puede deducir así:

$$TN = \frac{TO * CALIFICACIÓN}{100}$$

Dónde:

**TN** = tiempo normal.

**TO** = tiempo observado y

**C** = calificación del operario.

Como se mencionó anteriormente, C = 100.

Por tanto:

$$TN = \frac{5.61 * 100}{100} = 5.61$$

A continuación se muestra el tiempo normal para cada operación:

**Cuadro N° 40**

**Tiempo normal de las Operaciones**

<b>TIEMPO NORMAL DELAS OPERACIONES</b>					
<b>Nombre del proceso</b>					
<b>Plano N°</b>	<input type="text" value="1"/>	<b>Pieza</b>	<input type="text" value="1"/>	<b>Diagrama N°</b>	<input type="text" value="X"/>
<b>Hombre</b>	<input type="text" value="1"/>	<b>Material</b>	<input type="text" value="acero"/>	<b>Departamento</b>	<input type="text" value="calidad"/>
<b>Inicia en:</b> Laboratorio de calidad					
<b>Termina en:</b> Laboratorio de calidad					
<b>Echo por:</b> Fabián Villegas			<b>TIEMPO EN:</b> Segundos		
<b>Tareas:</b> Extracción, transporte, preparación y análisis					
<b>Fecha:</b> 21 de Mayo de 2013					
<b>N°</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>TC. Tiempo cronometrado</b>	<b>Calificación del operario</b>	<b>TN Tiempo normal</b>	
1	Colocar EPP y tomar recipiente con agua	5,61	100	<b>5,61</b>	
2	Dirigirse al horno eléctrico	38,20	100	<b>38,20</b>	
3	Toma muestra con la pinza y la coloca en el recipiente	5,23	100	<b>5,23</b>	
4	Dirigirse al área de preparación de la muestra	15,22	100	<b>15,22</b>	
5	Vacía recipiente en el lavabo y acciona esmeriles	3,21	100	<b>3,21</b>	
6	Seca la muestra y coloca en base para esmerilar	2,98	100	<b>2,98</b>	
7	Esmerila la muestra en el disco granulado grueso y luego en el fino	19,61	100	<b>19,61</b>	
8	Enfría la muestra	3,24	100	<b>3,24</b>	
9	Seca la muestra	2,45	100	<b>2,45</b>	
10	Se dirige al laboratorio al análisis de la muestra	3,74	100	<b>3,74</b>	
11	Coloca muestra en analizador	39,88	100	<b>39,88</b>	
12	Comunica resultados por radio Motorola	9,49	100	<b>9,49</b>	
13	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos	50,22	100	<b>50,22</b>	
14	Guarda resultados obtenidos	24,93	100	<b>24,93</b>	
15	Etiqueta muestra	7,20	100	<b>7,20</b>	
<b>TIEMPO DE CICLO</b>			<b>SEG</b>	<b>231,21</b>	
			<b>MIN</b>	<b>3,85</b>	

**FUENTE:** ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

### 3.11.4. Cálculo de suplementos dentro del proceso

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.

Para el cálculo del tiempo estándar necesitamos determinar las tolerancias que implican al trabajo desarrollado, la cantidad variable sólo se aplica cuando las condiciones de trabajo no son las deseadas y no se pueden mejorar. Para nuestro estudio hemos considerado las siguientes:

**Cuadro N° 41**  
**Calculo de suplementos.**

Suplemento personal	<b>5</b>
Suplemento por fatiga básica	<b>4</b>
Mala iluminación	<b>2</b>
Nivel de ruido	<b>5</b>

Esto hace referencia a lo que se presenta durante el proceso estudiado dándonos un porcentaje de **16%** para el respectivo cálculo tomando como referencia el cuadro N° 35 en el cual señalamos los ítems considerados.

### 3.11.5. Cálculo del tiempo estándar.

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.

El tiempo estándar se determina mediante la siguiente fórmula así:

### Formula N° 11

$$TS = TN \times (1 + \text{Concesion})$$

Dónde:

**TS** = Tiempo estándar

**TN** = Tiempo normal

**1** = Constante

**C** = Porcentaje de concesiones

Quedando de la siguiente manera:

El porcentaje de concesión es igual a 16%, por lo que el valor de la concesión es igual a 0.16, de acuerdo con la referencia tomada del cuadro de concesiones.

$$TS = 5.61 \times (1 + 0.16) \Rightarrow$$

$$TS = 5.61 \times 1.16 \Rightarrow$$

$$TS = 6.50$$

A continuación presentamos la tabla con el respectivo cálculo:

**Cuadro N° 42**  
**Tiempo estándar de las operaciones**

<b>TIEMPO ESTANDAR DE LAS OPERACIONES</b>					
<b>Nombre del proceso</b>					
<b>Plano N°</b>	<input type="text" value="1"/>	<b>Pieza</b>	<input type="text" value="1"/>	<b>Diagrama N°</b>	<input type="text" value="X"/>
<b>Hombre</b>	<input type="text" value="1"/>	<b>Material</b>	<input type="text" value="acero"/>	<b>Departamento</b>	<input type="text" value="calidad"/>
<b>Inicia en:</b> Laboratorio de calidad					
<b>Termina en:</b> Laboratorio de calidad					
<b>Echo por:</b> Fabián Villegas			<b>TIEMPO EN:</b> Segundos		
<b>Tareas:</b> Extracción, transporte, preparación y análisis					
<b>Fecha:</b> 21 de Mayo de 2013.					
<b>N°</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>TN. Tiempo normal</b>	<b>% Porcentaje de concesión</b>	<b>TS Tiempo estandar</b>	
1	Colocar EPP y tomar recipiente con agua	5,61	0,16	<b>6,51</b>	
2	Dirigirse al horno eléctrico	38,20	0,16	<b>44,31</b>	
3	Toma muestra con la pinza y la coloca en el recipiente	5,23	0,16	<b>6,07</b>	
4	Dirigirse al área de preparación de la muestra	15,22	0,16	<b>17,66</b>	
5	Vacía recipiente en el lavabo y acciona esmeriles	3,21	0,16	<b>3,72</b>	
6	Seca la muestra y coloca en base para esmerilar	2,98	0,16	<b>3,46</b>	
7	Esmerila la muestra en el disco granulado grueso y luego en el fino	19,61	0,16	<b>22,75</b>	
8	Enfría la muestra	3,24	0,16	<b>3,76</b>	
9	Seca la muestra	2,45	0,16	<b>2,84</b>	
10	Se dirige al laboratorio al análisis de la muestra	3,74	0,16	<b>4,34</b>	
11	Coloca muestra en analizador	39,88	0,16	<b>46,26</b>	
12	Comunica resultados por radio Motorola	9,49	0,16	<b>11,01</b>	
13	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos	50,22	0,16	<b>58,26</b>	
14	Guarda resultados obtenidos	24,93	0,16	<b>28,92</b>	
15	Etiqueta muestra	7,20	0,16	<b>8,35</b>	
<b>TIEMPO DE CICLO</b>			<b>SEG</b>	<b>268,20</b>	
			<b>MIN</b>	<b>4,47</b>	

**FUENTE:** ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

### 3.11.6. Ahorro de tiempo estimado con la propuesta planteada.

Cuadro N° 43

#### Tiempo primera observación

TIEMPO DE PRIMERA OBSERVACIÓN		
TIEMPO DE CICLO	SEGUNDOS	337.70
	MINUTOS	<b>5.63</b>
	HORAS	0.09

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

En la primera observación obtuvimos el tiempo de 337.70 segundos, transformados a minutos tenemos **5.63 minutos** los cuales se demora en realizar el proceso de extracción, transporte y análisis de la muestra, esta estimación se la realizó con el tiempo observado o cronometrado.

Cuadro N° 44

#### Tiempo de acuerdo a la propuesta

TIEMPO DE ACUERDO A LA PROPUESTA		
TIEMPO DE CICLO	SEGUNDOS	268.20
	MINUTOS	<b>4.47</b>
	HORAS	0.07

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

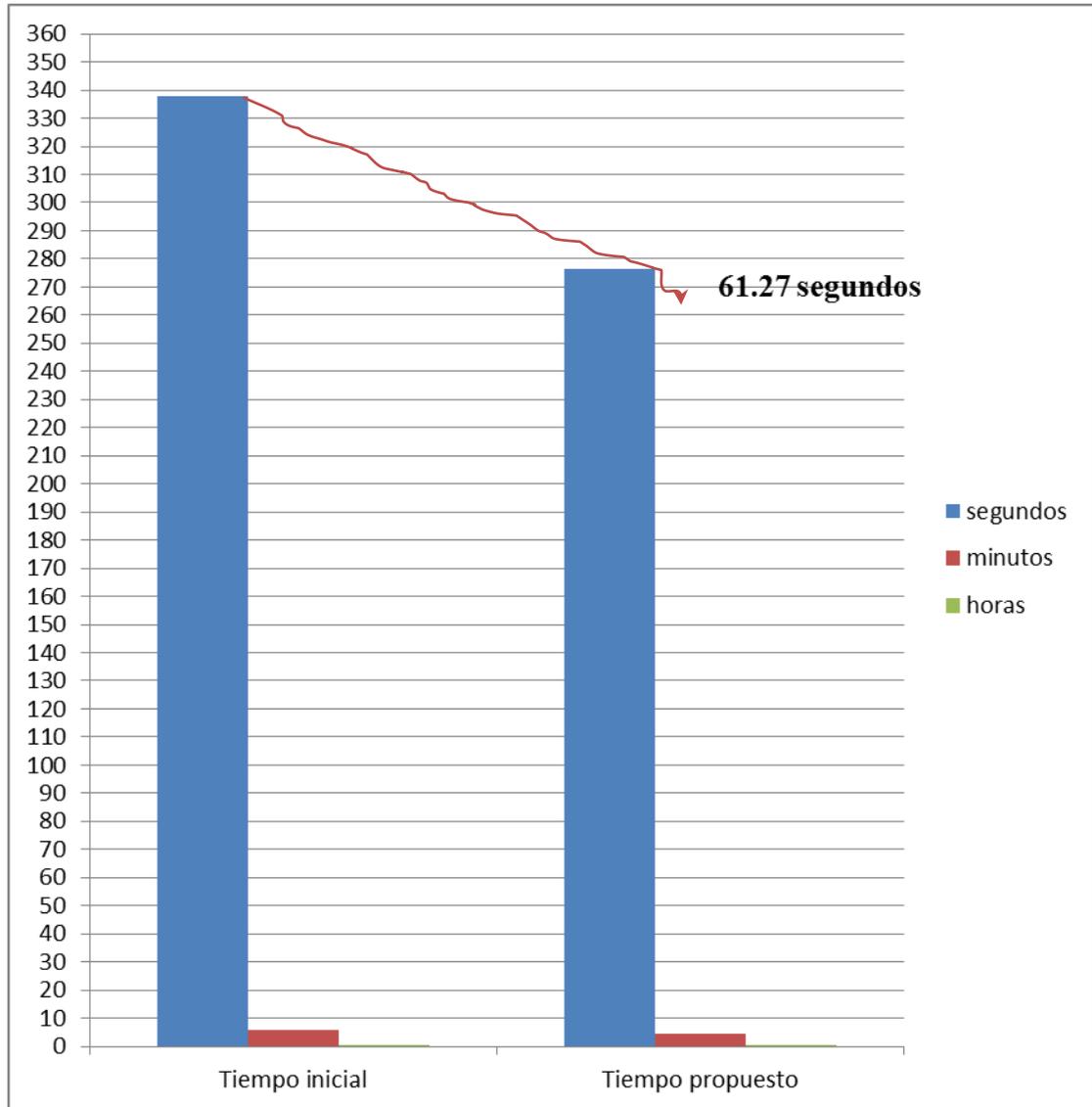
De acuerdo a la propuesta se obtuvimos el tiempo de 268.20 segundos, transformados a minutos tenemos 4.47 minutos, por lo cual **tenemos un ahorro de tiempo en el proceso de 69.5 segundos, esto en minutos es igual a 1.16 min.**

Este minuto será de mucha ayuda en relación al proceso debido a que si lo multiplicamos por las 15 veces que se toma la muestra en el turno tenemos un ahorro de **17.4 minutos**, que en relación a los 4,47 minutos planteados nos alcanza para extraer las 3 muestras con lo cual cumpliríamos con el índice de 18

por cada turno, o también compensaría el tiempo perdido cuando ocurre el reproceso.

**Gráfico N° 11**

**Representación gráfica del ahorro de tiempo**



**FUENTE:** ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

### **3.11.7. Balance de la línea**

Para nuestro balance de la línea tenemos que cada turno es de 12 horas por lo que transformados a minutos tenemos **720 min.**

En nuestra propuesta con el análisis, eliminación de tareas innecesarias y el mejoramiento de alguna de ellas deseamos mantener un índice de 15 muestras promedio ganando tiempo para compensar el reproceso que se produce cuando la muestra no cumple con las especificaciones químicas requerida, agilitando más el proceso. O a su vez mejorar la eficiencia de la línea para sacar las **18 muestras** por turno que son las requeridas ya que cada muestra se la extrae cada 40 minutos.

Por lo tanto procederemos a realizar el balance con la tabla en la cual se calculó en tiempo estándar para cada una de las operaciones quedando de esta manera:

**Cuadro N° 45**

**Tiempo estándar para balance de línea**

<b>N°</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>TN. Tiempo normal</b>	<b>% Porcentaje de concesión</b>	<b>TS Tiempo estándar</b>
<b>1</b>	Colocar EPP y tomar recipiente con agua	5.61	0.16	<b>6.51</b>
<b>2</b>	Dirigirse al horno eléctrico	38.20	0.16	<b>44.31</b>
<b>3</b>	Toma muestra con la pinza y la coloca en el recipiente	5.23	0.16	<b>6.07</b>
<b>4</b>	Dirigirse al área de preparación de la muestra	15.22	0.16	<b>17.66</b>
<b>5</b>	Vacía recipiente en el lavabo y acciona esmeriles	3.21	0.16	<b>3.72</b>
<b>6</b>	Seca la muestra y coloca en base para esmerilar	2.98	0.16	<b>3.46</b>
<b>7</b>	Esmerila la muestra en el disco granulado grueso y luego en el fino	19.61	0.16	<b>22.75</b>
<b>8</b>	Enfría la muestra	3.24	0.16	<b>3.76</b>
<b>9</b>	Seca la muestra	2.45	0.16	<b>2.84</b>
<b>10</b>	Se dirige al laboratorio al análisis de la muestra	3.74	0.16	<b>4.34</b>
<b>11</b>	Coloca muestra en analizador	39.88	0.16	<b>46.26</b>
<b>12</b>	Comunica resultados por radio Motorola	9.49	0.16	<b>11.01</b>
<b>13</b>	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos	50.22	0.16	<b>58.26</b>
<b>14</b>	Guarda resultados obtenidos	24.93	0.16	<b>28.92</b>
<b>15</b>	Etiqueta muestra	7.20	0.16	<b>8.35</b>
<b>TIEMPO DE CICLO</b>			<b>SEG</b>	<b>268.20</b>
			<b>MIN</b>	<b>4.47</b>

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.

**Tiempo de ciclo (TC):**

**Formula N° 12**

$$TC = \frac{\text{tiempo disponible}}{\text{número de unidades}} =$$

$$TC = \frac{720 \text{ min}}{18 \text{ unidades}} = \mathbf{40 \text{ minutos/unidad}}$$

El tiempo de ciclo, está establecido de acuerdo al tiempo disponible para la ejecución del trabajo y al número de unidades que se quiere producir durante ese período de tiempo.

Para nuestro caso tenemos el tiempo de 12 horas que transformado a minutos nos da 720 min, para un porcentaje de 18 unidades que son las requeridas para el turno. Con lo cual obtenemos un total de 40 minutos/unidad que es el tiempo en el cual se extrae cada una de las muestras.

**3.11.7. Costo de producción por muestra**

Dentro del costo de producción en el transporte de muestras de acero se puede definir que con el nuevo proceso aumentará el número de muestras y reduciendo el costo dentro de un mismo horario de trabajo de 12 horas sacando el valor de un sueldo básico /para los 30 días que tiene el mes / para las 8 horas normales y sacado el porcentaje de horas extras que tenemos al 25% (horas normales en horario nocturno), 50% (en horas extras en el horario del día) y 100% (horas extras en la noche, feriados y fines de semana), como podemos identificar aplicando la siguiente fórmula:

**FÓRMULA N° 15**

$$(\text{N}^\circ \text{ de operadores}) * (\text{Salario diario por turno})$$

$$\text{Costo por unidad} = \frac{\text{-----}}{(\text{Unidades por turno de trabajo})} =$$

**Cuadro N° 46**  
**Costo muestra anterior**

PROCESO ANTERIOR			
COSTO DE MUESTRA DE ACERO POR UNIDAD.			
N° MUESTRAS	TURNO DEL DÍA	TURNO NOCHE	FERIADOS Y FÍN DE SEMANA
15	1.23 \$	1.59 \$	2.12 \$

**Cuadro N° 47**  
**Costo muestra actual**

PROCESO ACTUAL			
COSTO DE MUESTRA DE ACERO POR UNIDAD.			
N° MUESTRAS	Horario trabajo Día.	Horario trabajo Noche	Horario trabajo Fin de Semana.
18	1.03 \$	1.32 \$	1.77 \$

Al elevar el número de muestras de 15 a 18 en el mismo periodo de tiempo por turno de trabajo estamos reduciendo el valor de la muestra, esto nos da a entender que incrementamos la producción de muestras en el mismo tiempo.

El horno de fundición de acero en la empresa tiene una capacidad de 40 toneladas, teniendo en cuenta el acero que es fundido en la empresa es material reciclado presenta distintas formas, peso y volumen, no se ha logrado ingresar las 40 toneladas netas que tiene como capacidad de fundición siendo una variable de producción tenemos como promedio 35 toneladas de acero ya fundido.

En el proceso anterior se extraía 15 muestras estas multiplicado por el promedio que es 35 toneladas tenemos 525 toneladas en un turno de trabajo, con el proceso actual tenemos 18 muestras multiplicadas por 35 toneladas que es el promedio por fundición, así tenemos 630 toneladas en el mismo tiempo de trabajo mejorando la producción en 105 toneladas

### 3.11.8. Diagrama de recorrido de la operación propuesto

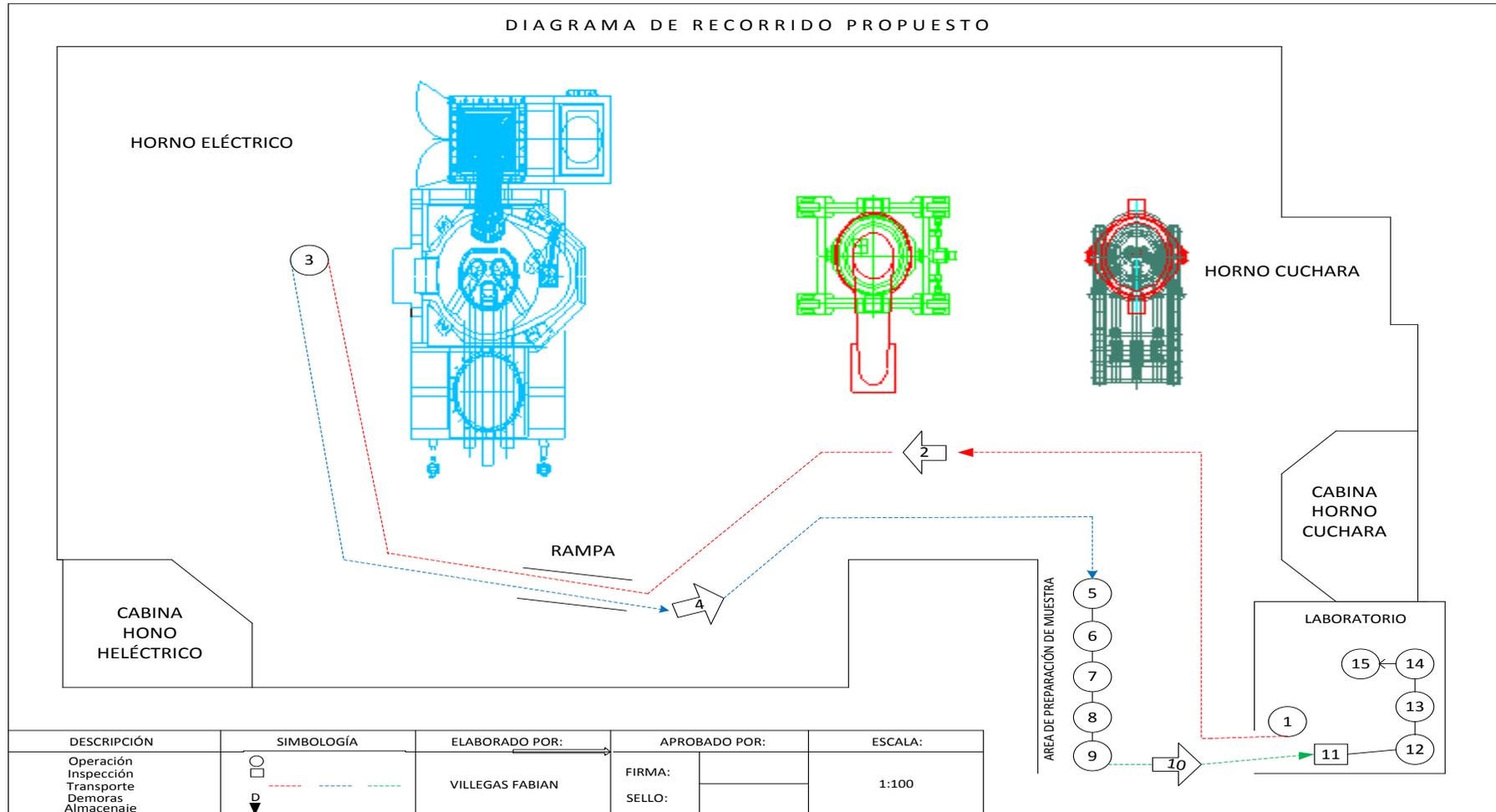
**Cuadro N° 48**

#### **Diagrama del proceso del horno eléctrico**

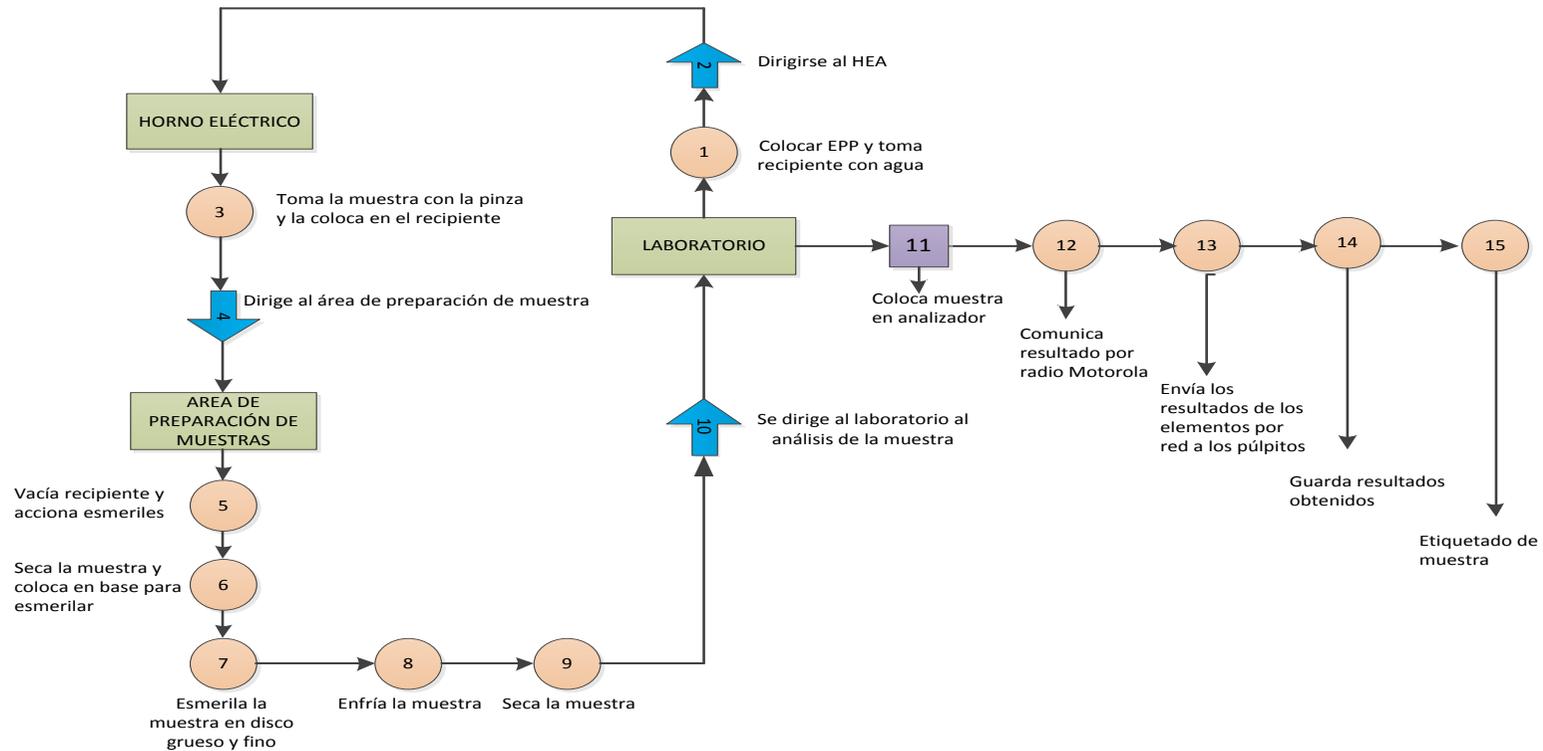
ADELCA ACERIAS DEL ECUADOR C.A.										
DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIÓN DE EXTRACCIÓN, TRANSPORTE Y ANALISIS DE MUESTRA DE ACERO										
Nombre del proceso		Plano N° <input type="text" value="1"/>		Pieza <input type="text" value="1"/>		Diagrama N° <input type="text" value="X"/>				
Hombre <input type="text" value="1"/>		Material <input type="text" value="acero"/>		Departamento <input type="text" value="calidad"/>						
Inicia en: Laboratorio de calidad										
Termina en: Laboratorio de calidad										
Echo por: Fabián Villegas										
Tareas: Extracción, transporte, preparación y análisis										
Fecha: 30 de Mayo del 2013.										
RESUMEN		PRESENTE		PROPUESTO						
		N°	Tiempo	N°	Tiempo					
<input type="radio"/>	Operación	15	291,49	11	155,65					
<input type="checkbox"/>	Inspección			1	46,26					
<input type="checkbox"/>	Transporte	3	74,35	3	66,31					
<input type="checkbox"/>	Demora									
<input type="checkbox"/>	Almacenaje									
<b>Total tareas y tiempo</b>		<b>18</b>	<b>365,84</b>	<b>15</b>	<b>268,22</b>					
N°	Descripción del método actual	Operación <input type="radio"/>	Inspección <input type="checkbox"/>	Transporte <input type="checkbox"/>	Demora <input type="checkbox"/>	Almacenaje <input type="checkbox"/>	Distancia en metros	Cantidad/piezas	Tiempo en segundos	Observaciones
1	Colocar EPP y tomar recipiente con agua	●					0	1	6,51	
2	Dirigirse al horno eléctrico			●			46,4	1	44,31	
3	Toma muestra con la pinza y la coloca en el recipiente	●					0	1	6,07	
4	Dirigirse al área de preparación de la muestra			●			0	1	17,66	
5	Vacía recipiente en el lavabo y acciona esmeriles	●					0	1	3,72	
6	Seca la muestra y coloca en base para esmerilar	●					0	1	3,46	
7	Esmerila la muestra en el disco granulado grueso y luego en el fino	●					31,4	1	22,75	
8	Enfría la muestra	●					0	1	3,76	
9	Seca la muestra	●					0	1	2,84	
10	Se dirige al laboratorio al análisis de la muestra			●			0	1	4,34	
11	Coloca muestra en analizador			●			0	1	46,26	
12	Comunica resultados por radio Motorola	●					0	1	11,01	
13	Envía los resultados de todos los elementos por red a los pulpitos	●					5	1	58,26	
14	Guarda resultados obtenidos	●					0	1	28,92	
15	Etiqueta muestra	●					0	1	8,35	
							<b>TOTAL TIEMPO DE CICLO</b>		<b>268,22</b>	<b>SEG</b>
									<b>4,47</b>	<b>MIN</b>
									<b>0,07</b>	<b>H</b>

FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA

**Gráfico N° 12**  
**Diagrama propuesto de proceso de recorrido**



**Gráfico N° 13**  
**Diagrama propuesto de proceso de la operación.**



**FUENTE: ACERÍA DEL ECUADOR C.A. ADELCA.**

### 3.11.8. CONCLUSIONES

- Se consiguió identificar tareas que afectaban al flujo normal del proceso, entre estas existieron algunas que se las pudo eliminar y otros que se mejoraron con lo cual se obtuvo una ganancia de tiempo de 1.16 min, tiempo que compensa el reproceso producido cuando la muestra no contiene las características químicas requeridas por lo cual estamos ganando 1.16 min. Por cada parada de fundición.
- El tiempo obtenido en razón del estudio de tiempos nos ayudará a mantener el margen de muestras de 15 en promedio o subir a 18 muestras que son las requeridas para las 12 horas de trabajo.
- Con la estandarización del tiempo en el proceso de extracción, transporte, y análisis de muestras, se podrá obtener un balance de operatividad por parte de los trabajadores, ya que cada trabajador deberá realizar esta tarea en 4,47 minutos.
- La eficiencia en la producción se ha mejorado y de esta manera se produce más en el mismo tiempo de trabajo, por tanto se obtiene una mayor producción a un costo más bajo.

### **3.11.9. RECOMENDACIONES:**

- Tomar como referencia el estudio de tiempos realizados en este proyecto para, efectuar nuevos cambios en el proceso o cambiar el método de trabajo
- Capacitar de forma permanente a los operarios para poder tener el margen deseado de producción por turno manteniendo el nuevo instructivo propuesto.
- Llevar un registro del tiempo que hace cada operario por turno de trabajo para nivelar el tiempo estimado que se demora esta operación y poder mantener la eficiencia de la línea.
- Colocar el instructivo en una forma visible con el tiempo que está estimado para realizar la operación y así agilizar el proceso.
- Hacer tomas de tiempos frecuentemente para comparar el tiempo actual con los anteriores y verificar si en realidad se ha logrado una mejora.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- GARCIA CRIOLLO, Roberto. **Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos**, Editorial Mcgraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Edición 2009. México.
- GARCIA CRIOLLO, Roberto. **Estudio del trabajo Medición del trabajo**. Editorial McGraw-Hill, México
- GILBRET, Frank B. **“Estudio de Tiempos y Movimientos y Diseño del Trabajo”**, Quinta Edición 2012.
- MAYNARD, Harold. **“Manual del Ingeniero Industrial”**, Editorial McGraw Hill, Cuarta Edición. México, 2008.
- MEYERS, Fred. **“Estudio de tiempos y movimientos”**, Editorial Pearson, Segunda Edición, México, 2010.
- NIEBEL, Benjamín. **“Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo”**, Editorial Alfaomega, Onceava Edición, México, 2009.
- OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, **"Introducción al Estudio del Trabajo"**, Cuarta Edición, Editorial: Limusa, México D.F. 2001R.
- W.K. Hodson, **“Manual del Ingeniero Industrial”**, Editorial McGraw Hill, Cuarta Edición. México, 2010.

## **LINKOGRAFÍA:**

- ACOSTA, Genesis. Estudio de tiempos y movimientos [en línea]. Actualizada: 04 de Noviembre 2012. [Fecha de consulta: 05 de Febrero 2013]. Disponible en:  
<http://www.slideshare.net/GennAcosta/36419702estudiodetiemposymovimientos>.
- JANANIA, Camilo. Manual de tiempos y movimientos [en línea]. Actualizada: 21 de Noviembre 2011. [Fecha de consulta: 06 de Febrero 2013]. Disponible en:  
<http://librosdeingenieríagratis.com/manual-tiempos-movimientos-ingenieria-metodos-camilo-janania/>
- MEYERS. Fred E. Estudio de tiempos y movimientos [en línea]. Actualizada: 25 de Enero 2012 [Fecha de consulta: 06 de Febrero 2013]. Disponible en:  
<http://books.google.com/books?id=cr3WTuK8mn0C&lpg=PR1&hl=es&pg=PR1&output=embed>