



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**  
**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**  
**VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**ESTUDIO DE TIEMPOS AL PERSONAL DE SOLDADURA DE**  
**CORPORACIÓN CMI GUAYANA, C.A.**

**ASESORES:**

**TUTOR ACADÉMICO:**  
**MSc. Ing. Iván Turmero**

**AUTORA:**  
**Chacin Molina, Mariana**

**TUTOR INDUSTRIAL:**  
**Ing. Kenya Mechas**

**CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2015**

**ESTUDIO DE TIEMPOS AL PERSONAL DE  
SOLDADURA DE CORPORACIÓN CMI GUAYANA,  
C.A.**

---

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**  
**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**  
**VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**ESTUDIO DE TIEMPOS AL PERSONAL DE SOLDADURA DE  
CORPORACIÓN CMI GUAYANA, C.A.**

Trabajo de investigación que se presenta ante el Departamento de Ingeniería Industrial como requisito académico para aprobar la práctica profesional.

---

MSc. Ing. Iván Turmero

**Tutor Académico**

---

Ing. Kenya Mechas

**Tutor Industrial**

Ciudad Guayana, Junio del 2015

Mariana Chacin Molina

“Estudio de tiempos al personal de soldadura  
de Corporación CMI Guayana, C.A.”

182 Pág.

Informe de práctica profesional.

Universidad Nacional Experimental Politécnica  
“Antonio José de Sucre”.

Vice- Rectorado Puerto Ordaz

Departamento de Ingeniería Industrial

**Tutor Académico:** MSc. Ing. Iván Turmero

**Tutor Industrial:** Ing. Kenya Mechas

Capítulos: I. El Problema. II. La empresa. III  
Marco Teórico. IV. Marco Metodológico. V.  
Situación Actual. VI. Estudio de Tiempos.  
Conclusiones. Recomendaciones. Bibliografía.  
Apéndices. Anexos.

Ciudad Guayana, Junio 2015.

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”  
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
PRÁCTICA PROFESIONAL**

ACTA DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, miembros del jurado evaluador designados por el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre”, Vicerrectorado Puerto Ordaz, para examinar el Informe de Práctica Profesional presentado por la ciudadana: Mariana Chacin Molina, portador de la Cédula de Identidad N°V-19.332.580, titulado: ESTUDIO DE TIEMPOS AL PERSONAL DE SOLDADURA DE CORPORACIÓN CMI GUAYANA, C.A. consideramos que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaramos APROBADO.

En Ciudad Guayana, a los 5 días del mes de junio de dos mil quince.

---

**MSc. Ing. Iván Turmero  
Tutor Académico**

---

**Ing. Kenya Mechas  
Tutor Industrial**

## DEDICATORIA

Primeramente a mis padres, mi papá, Leonardo Chacin, por ser mi ángel y mi motivo para seguir luchando por cumplir mis metas y sueños; y mi mamá, Ana Molina de Chacin, por ser una mujer luchadora, fuerte, mi pilar y mi ejemplo a seguir, por brindarme su apoyo incondicional, su confianza y motivarme a ser cada vez mejor.

A mis abuelos, Leobardo Chacin y Teresa de Chacin, por estar siempre a mi lado, acompañándome en cada paso que doy.

Mi hermana, Johana Chacin Molina, quien es mi motivo en la tierra para superarme, por siempre brindarme su amor y apoyarme en todo.

Mi tía Doina Márquez, quien ha sido una segunda madre para mí.

A Dios y la Virgen del Valle por cuidarme y guiarme siempre por el camino indicado hacia el éxito.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios y la Virgen del Valle por cuidarme, por darme la sabiduría y entendimiento para poder superar todos los obstáculos que se me han presentado durante la carrera.

A mis padres, mi papá, Leonardo Chacin, que en vida me guio para ser una mejor persona, me inculco técnicas de estudio que me han sido útiles para mi desempeño académico, quien desde el cielo me cuida y no me abandona. Mi mamá, Ana Molina de Chacin, por su apoyo incondicional, sus consejos, su amor y por brindarme sus palabras de aliento cada vez que las necesite.

A mi familia, en especial a mi abuelo, Leobardo Chacin, y mi tía, Doina Márquez, por estar siempre pendiente de mi, por darme los mejores consejos y ofrecerme todo el apoyo. A Johana Chacin, mi hermana, por ayudarme cada vez que la necesite.

A mis amigas, María Leal, Angelly Díaz, Keilys Rivero, Nohelis Mendoza, Diana Wood, Rhina Aponte, Geraldin Carvajal, Carmen Verónica Suniaga y Mireya Soler, por su compañía y apoyo en tantas experiencias vividas en esta etapa de estudiante universitario.

A la UNEXPO por ser la casa de estudio que me brindo la oportunidad de formarme como profesional, y a todos los profesores que han colaborado para que esto sea posible.

Iván Turmero, mi tutor académico y amigo, un ser muy importante y valioso durante todo este proceso, quien me brindo todo el apoyo y ayuda cada vez que lo necesite.

A Corporación CMI Guayana, C.A. por darme la oportunidad de ser parte de su equipo de trabajo, en especial a mi amiga y compañera Marysela Rangel y, al Sr. Ali Rivas por su apoyo y orientación. A mi tutora Industrial Kenya Mechas por su colaboración.

**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**  
**“ANTONIO JOSÉ DE SUCRE”**  
**VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**  
**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**ESTUDIO DE TIEMPOS AL PERSONAL DE SOLDADURA DE CORPORACIÓN**  
**CMI GUAYANA, C.A.**

**Autora:** Mariana Chacin Molina

**Tutor Académico:** MSc. Ing. Iván Turmero

**Tutor Industrial:** Ing. Kenya Mechas

**Fecha:** Junio 2015

**RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como objetivo principal la realización de un estudio de tiempos al personal de soldadura de Corporación CMI Guayana, C.A., para dar respuesta a las necesidades que se presentaban en el departamento de Planificación y Control, en el área de soldadura, con la finalidad de estandarizar el proceso de soldadura en bridas de 2”, 3”, 4”, 6”, 8” y 24”, respectivamente. El proyecto estuvo enmarcado en una investigación de tipo experimental. La recolección de la información se realizó empleando técnicas como la observación directa y entrevistas no estructuradas; con estos datos se identificó la situación actual de los métodos de trabajo de dicha área. De esta manera se pudo concluir que, con la estandarización los tiempos empleados para la soldadura de bridas se permite optimizar los tiempos de trabajo, y servirá para futuras planificaciones.

**Palabras claves:** Estudio de Tiempos, Soldadura, Estándar, Brida.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>DEDICATORIA</b>	vi
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	vii
<b>RESUMEN</b>	viii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	xi
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	xi
<b>ÍNDICE DE APÉNDICES</b>	xii
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	xii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I. EL PROBLEMA</b>	
1.1 Antecedentes del problema	3
1.2 Objetivos de la investigación	4
1.2.1 Objetivo general	4
1.2.2 Objetivos específicos	4
<b>CAPÍTULO II. LA EMPRESA</b>	
2.1 Generalidades de la empresa	5
2.1.1 Breve descripción de la empresa	5
2.1.2 Misión	6
2.1.3 Visión	6
2.1.4 Objetivo principales de la Corporación CMI Guayana, C.A.	6
2.1.5 Política de Calidad	7
2.1.6 Descripción del área de pasantía	7
<b>CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO</b>	
3.1 Antecedentes	8
3.2 Bases teóricas	8
3.2.1 Conceptos básicos	9
3.3 Diagramas	9
3.4 Aspectos en la Preparación de los Diagramas	10
3.5 Diagramas de Proceso	10
3.6 Elaboración del Diagrama de Proceso	10
3.7 Importancia de los Diagramas	11
3.8 Soldadura	13
3.8.1 Tipos de Soldadura	13
3.9 Estudio de Tiempos	14
3.10 Aplicación del Estudio de Tiempos en el Área de Trabajo	15
3.11 Método General Electric	24

<b>CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO</b>	
4.1 Tipo de Investigación	51
4.2 Población y muestra	52
4.3 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	52
4.4 Materiales y equipos a utilizar	54
4.5 Procedimiento metodológico	54
<b>CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b>	
5.1 Diagnóstico	56
5.2 Método de Trabajo Actual	57
5.3 Diagrama de Proceso Actual	58
<b>CAPÍTULO VI. ANÁLISIS Y RESULTADOS</b>	
6.1 Estudio de Tiempos	62
6.1.1 Determinación del Número de Observaciones a Tomar	63
6.1.2 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 2" sin ruana	63
6.1.3 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 3" con ruana	78
6.1.4 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 4" con ruana	92
6.1.5 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 6" con ruana	106
6.1.6 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 8" con ruana	120
6.1.7 Estudio a bridas de 24" por el método General Electric	134
6.1.7.1 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 24" con ruana	135
6.1.8 Resumen	148
6.1.9 Datos a Considerar	149
6.1.10 Ventajas y Desventajas de la estandarización	149
<b>CONCLUSIONES</b>	151
<b>RECOMENDACIONES</b>	152
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	154

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°</b>		<b>Pág.</b>
1	Sistema Westinghouse	33
2	Tabla Método General Electric	50
3	Diagrama de Proceso Actual de la Empresa para la unión de bridas con ruana a recipientes a presión	59
4	Diagrama Causa-Efecto	60

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°</b>		<b>Pág.</b>
1	Registro de datos de soldadura de Brida de 2" al cuerpo ruana	64
2	Tiempo Total por Muestra	65
3	Factor de Calificación	69
4	Tolerancia por Fatiga	72
5	Hoja de Concesiones por Fatiga	74
6	Registro de datos de soldadura de Brida de 3" al cuerpo con ruana	78
7	Tiempo Total por Muestra	79
8	Factor de Calificación	83
9	Tolerancia por Fatiga	86
10	Hoja de Concesiones por Fatiga	88
11	Registro de datos de soldadura de Brida de 4" al cuerpo con ruana	92
12	Tiempo Total por Muestra	93
13	Factor de Calificación	97
14	Tolerancia por Fatiga	100
15	Hoja de Concesiones por Fatiga	102
16	Registro de datos de soldadura de Brida de 6" al cuerpo con ruana	106
17	Tiempo Total por Muestra	107
18	Factor de Calificación	111
19	Tolerancia por Fatiga	114
20	Hoja de Concesiones por Fatiga	116
21	Registro de datos de soldadura de Brida de 8" al cuerpo con ruana	120
22	Tiempo Total por Muestra	121
23	Factor de Calificación	125

24	Tolerancia por Fatiga	128
25	Hoja de Concesiones por Fatiga	130
26	Registro de datos de soldadura de Brida de 24" al cabezal con ruana	135
27	Tiempo Total por Muestra	137
28	Factor de Calificación	139
29	Tolerancia por Fatiga	142
30	Hoja de Concesiones por Fatiga	144
31	Resumen de Tiempo Estándar por brida	148

## ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice N°		Pág.
1	Bridas	157
2	Soldadura de Brida de 4" unida al cuerpo	157
3	Esmerilado de Brida de 6" unida al cuerpo	158
4	Unión de Brida de 8" al cuerpo	158
5	Torchado interno de Brida de 24"	159
6	Aplicación de líquido penetrante	159
7	Armado de ruana en Brida de 24"	160
8	Esmerilado de ruana	160
9	Corte de exceso	161
10	Brida de 24" liberada	161

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°		Pág.
1	Tabla T Student	163
2	Sistema Westinghouse	164
3	Concesiones por Fatiga.	165
4	Definiciones Operacionales de Los Factores de Fatiga.	166

## INTRODUCCIÓN

Corporación CMI Guayana es una empresa que está basada en la transformación de materias primas y elaboración de productos mediante la aplicación de procesos propios. Los procesos metalmecánicos transforman los metales ferrosos y no ferrosos en piezas mediante procesos mecánicos, con o sin el arranque de virutas, cambiando su forma geométrica, para posteriormente realizar un acabado de la superficie de las piezas. Los pasos del proceso productivo incluyen: separar, cortar, torneado, fresado, cepillar, esmerilar, pulir, doblar, rolar, prensar, estampar, estirar, soldar, recocer, templar, cementar, desengrasar, lavar, fosfatar, pintar, empacar y almacenar.

Uno de los pasos del proceso productivo, la soldadura, resulta de la unión de materiales mediante la fundición de las superficies de contacto por medio de la aplicación de calor o presión. En la empresa, actualmente, se está trabajando con el tipo de soldadura conocida como: soldadura por fusión, en la cual se trabaja a altas temperaturas y sin aplicar presión. En específico se emplea la soldadura por arco con electrodo recubierto, en la cual el electrodo está recubierto de fundente y conectado a una fuente de corriente.

El estudio de tiempos es una técnica que ayuda a minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y sustituir métodos. A su vez, sirve para minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo en el que no se genera valor agregado.

El problema principal de la empresa es no llevar un tiempo preciso de producción, sobre todo en el sub-proceso de soldadura, el cual es uno de los

más importantes, debido a que consume mayor cantidad de insumos y de horas hombre.

El objetivo de este estudio es realizar un análisis y control de los tiempos empleados por los trabajadores en el proceso de soldadura, para así poder estandarizar los tiempos de las actividades, con la finalidad de ser útil para futuros proyectos en la empresa.

Para cumplir con el objetivo planteado se empleo la técnica de estudio de tiempos, donde se realizó un diseño de campo basado en la observación directa del lugar de trabajo, entrevista con los jefes de los diferentes departamentos y con los empleados del área de soldadura. Fue una investigación descriptiva ya que se basó en la interpretación y descripción de los pasos que deben llevar a cabo el personal de soldadura.

En este trabajo se presentan los resultados de esta investigación distribuida en los siguientes capítulos: Capítulo I. El Problema: Donde se explica la situación actual existente, se formulan los objetivos, se delimita y justifica la investigación. Capítulo II. Generalidades de la empresa: presenta una breve descripción de la empresa, misión, visión, valores, ubicación geográfica y las funciones donde se desarrolla la investigación. Capítulo III. Marco Teórico: Contiene los antecedentes de las investigaciones así como también aspectos teóricos utilizados como herramienta y sustento del estudio realizado. Capítulo IV. Marco Metodológico: En este capítulo se describen el tipo y diseño de la investigación así como las técnicas e instrumentos utilizados. Capítulo V. Situación Actual: Se presenta el diagnóstico de la situación actual de la empresa, el método de trabajo, diagrama de proceso actual y un diagrama causa-efecto. Por último se presenta el Capítulo VI. Estudio de Tiempos: En el cual se desarrolla el procedimiento efectuado para calcular el Tiempo Estándar en el proceso evaluado.

## **CAPÍTULO I EL PROBLEMA**

En este capítulo se describen los problemas observados en el área del trabajo, en el transcurso de la investigación, así como también, los objetivos que se desean alcanzar.

### **1.1 Antecedentes del Problema**

Corporación CMI Guayana, C.A., es una empresa dedicada al diseño, fabricación, suministro, transporte e instalación de estructuras y equipos metálicos: estructuras de acero, recipientes a presión, tanques de almacenamiento, tuberías metálicas, celdas electrolíticas para la refinación del metal de aluminio, pilotes metálicos para muelles, compuertas de mantenimiento y radiales para represa hidroeléctricas, etc.

La problemática que se encuentra en el departamento de planificación y control con respecto a los tiempos de culminación de los proyectos que ingresan es que no se tiene un tiempo fijo de producción, sobre todo en el área de soldadura, lo que ocasiona en oportunidades un tiempo de entrega mayor al ofrecido.

No se tiene conocimiento de previos estudios realizados en Corporación CMI Guayana, C.A., donde se haya establecido la fuerza de trabajo, rendimiento ni control de las actividades realizadas por el personal de soldadura; es por ello que se realizó dicho estudio, para que pueda servir como base para definir con exactitud la carga de trabajo con que cuenta

el área y así lograr el mejor desempeño de las actividades programadas de soldadura. Se han venido presentando irregularidades en el cumplimiento y efectividad de los programas semanales de producción, encontrándose algunas áreas más críticas que otras, por lo cual es necesario establecer las responsabilidades y buscar soluciones en un corto periodo.

## **1.2 Objetivos de la Investigación**

A continuación se presentan los objetivos que se desean alcanzar con la investigación.

### **1.2.1 Objetivo General**

Determinar el Tiempo Estándar del proceso de soldadura en la Corporación CMI Guayana, C.A.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

1. Identificar los elementos en el proceso de soldadura de Corporación CMI Guayana, C.A.
2. Describir detalladamente las actividades realizadas por personal de soldadura de la Corporación CMI Guayana, C.A.
3. Realizar la toma de tiempos y observaciones directas a las actividades en los subprocesos realizados en el área de soldadura y armado.
4. Analizar los valores de Tiempo Estándar obtenidos.

## **CAPÍTULO II LA EMPRESA**

### **2.1 Generalidades de la Empresa**

En este capítulo se describe la empresa en general, el área de pasantía y el trabajo asignado por la empresa.

#### **2.1.1 Breve descripción de la empresa**

Corporación CMI Guayana, C.A., fue fundada el 02 de Noviembre del 2.009; las oficinas principales de CMI y sus áreas de construcción están ubicadas sobre 40.000 m<sup>2</sup> (área cubierta 8.500 m<sup>2</sup>) en la Zona Industrial Matanzas, UD-322, Avenida Este-Oeste, Parcelamiento O, Puerto Ordaz, Estado Bolívar, Venezuela. El mismo espacio físico donde anteriormente funcionaba CBI DE VENEZUELA, C. A.

Corporación CMI Guayana, C.A., es una empresa dedicada al diseño, fabricación, suministro, transporte e instalación de estructuras y equipos metálicos: estructuras de acero, recipientes a presión, tanques de almacenamiento, tuberías metálicas, celdas electrolíticas para la refinación del metal de aluminio, pilotes metálicos para muelles, compuertas de mantenimiento y radiales para represa hidroeléctricas, etc.

La fabricación de estos productos está hecha de planchas de material original, bajo los más estrictos estándares de calidad, acorde a las exigencias técnicas y los requerimientos de nuestros clientes.

La manufactura de la industria metalmecánica está basada en la transformación de materias primas y elaboración de productos mediante la aplicación de procesos propios. Estos son factores primordiales y determinantes en el sector. La complejidad del diseño y desarrollo en el proceso productivo, junto con la aplicación de tecnología de maquinaria y el conocimiento científico tecnológico aportado por ingenieros, técnicos y operarios incrementando el conocimiento empírico e impulsado con capacidades organizativas, son los orientadores de la competitividad en este sector.

Los procesos metalmecánicos transforman los metales ferrosos y no ferrosos en piezas mediante procesos mecánicos, con o sin el arranque de virutas, cambiando su forma geométrica, para posteriormente realizar un acabado de la superficie de las piezas. Los pasos del proceso productivo incluyen: separar, cortar, torneear, taladrar, fresar, cepillar, esmerilar, pulir, doblar, rolar, prensar, estampar, estirar, soldar, recocer, templar, cementar, desengrasar, lavar, fosfatar, pintar, empacar, almacenar.

### **2.1.2 Misión**

Corporación CMI Guayana C.A. es una empresa de construcción en la rama Metalmecánica, que persigue activamente la satisfacción de sus clientes mediante la manufactura y comercialización de sus productos contribuyendo:

- Con el desarrollo industrial de la República Bolivariana de Venezuela, sustentada en la fabricación de estructuras metálicas y trabajos de ingeniería destinadas al parque industrial.
- En la búsqueda de nuevas tecnologías de manera de dar soluciones y respuestas a las necesidades y demandas de nuestros clientes, sean éstas tanto del sector público como del privado.

### **2.1.3 Visión**

Corporación CMI Guayana, C.A., asume el reto de convertirse a mediano plazo, en una de las empresas líder en el ramo Metalmecánico en su área de influencia, aportando tecnología de punta que le permita ser más competitiva y a la vez contribuir en la sustitución de importaciones.

### **2.1.4 Objetivos principales de la Corporación CMI Guayana, C.A.**

Cumplir con los objetivos señalados por el cliente, para la fabricación de los productos satisfaciendo sus necesidades dentro de un marco de respeto y cordialidad.

#### **Objetivos específicos**

- Garantizar la entrega completa y a tiempo de los productos fabricados.
- Promover la capacitación, el desarrollo y la motivación del personal, para asumir los retos y exigencias actuales y futuras.

### **2.1.5 Política de Calidad**

Corporación CMI Guayana, C.A., tiene como propósito una gestión del mejoramiento continuo de la calidad, a fin de prestar a sus clientes un servicio óptimo y confiable. Por lo tanto, la Empresa ha decidido iniciar una Participación y Compromiso a todos los niveles de la Organización, para así superar dichas expectativas de la calidad.

### **2.1.6 Descripción del área de pasantía**

#### **Planificación y Control**

La investigación fue realizada en el área de Planificación y Control. Este departamento se encarga de planificar, establecer objetivos, y controlar, comparar los resultados con los objetivos que se habían establecido y corregir las diferencias. La planificación trata de identificar qué objetivos desea alcanzar la organización y cómo.

---

## CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se plantean los antecedentes de trabajos similares relacionados con la investigación y las bases teóricas que sustentan la ejecución del estudio.

### 3.1 Antecedentes

Para el desarrollo de la investigación fue necesario la revisión de trabajos previos, relacionados con la situación objeto planteada, entre estos se tiene:

Elenir (2011). Estudio de tiempos con mejoras para la minimización de las actividades del personal de mantenimiento. La cual tuvo como objetivo evaluar las actividades del proceso que se realiza en el Departamento de Mantenimiento de la empresa MATESI, además de establecer los tiempos utilizados para realizar los arranques de turno en busca de una reducción para lograr la optimización y efectividad en el cumplimiento de las actividades planificadas, todo esto con la finalidad de estandarizar y documentar con el fin de mejorar la productividad de la empresa.

Anayeli (2010). Estudio de Tiempos y Movimientos en el área del evaporador. Realizo la implementación del estudio del trabajo realizado de acuerdo a las necesidades de la empresa SeAH Precisión de México. Por estudio del trabajo se entiende la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida. La función de estudio de métodos se entiende por el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar

a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y reducción de costos. Ya que la empresa no cuenta con un método para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución establecida como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces para reducir costos. El principal objetivo del proyecto es para lograr el aumento de la productividad en la línea de evaporador, saber el número de operadores que se necesitan, así como calcular el tiempo estándar para las diferentes operaciones.

### **3.2 Bases teóricas**

A continuación se presentan los principales conceptos y teorías necesarias para el desarrollo de la siguiente investigación:

#### **3.2.1 Conceptos básicos**

##### **Método**

Proceso o camino sistemático establecido para realizar una tarea o trabajo con el fin de alcanzar un objetivo predeterminado.

##### **Proceso**

Conjunto de actividades que están interrelacionadas, serie de operaciones de manufactura que hacen avanzar el producto hacia sus especificaciones finales de forma y tamaño.

##### **Procedimiento**

Un procedimiento es un conjunto de pasos lógicos que consiste en seguir ciertas etapas predefinidas para realizar una tarea y desarrollar una labor de manera eficaz.

### 3.3 Diagramas

Los diagramas o gráficos son tipos de esquema o información que permiten representar detalles de cualquier proceso estos pueden ser entendidos a simple vista por cualquier persona.

### 3.4 Aspectos en la Preparación de los Diagramas

1. Representación gráfica de los hechos.
2. Mayor visión de la relación entre las operaciones.
3. Obtener los detalles por observación directa, según el proceso.
4. Verificar:
  - Exactitud de los hechos.
  - Totalidad del registro de los hechos.
  - Demasiadas suposiciones.

Existen diversos tipos de diagramas los más utilizados son:

- ✓ Diagrama de Operaciones.
- ✓ Diagrama de Proceso.
- ✓ Diagrama de Flujo Recorrido.
- ✓ Diagrama de Interrelación Hombre – Máquina.
- ✓ Diagrama de Proceso para Grupo o Cuadrilla.
- ✓ Diagrama de Proceso para Operario.
- ✓ Diagrama de Viajes de Material.

### 3.5 Diagramas de Proceso

Son representaciones graficas relativas a un proceso industrial o Administrativo, de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, identificándolo mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza,

incluye toda la información que se considera útil para una mejor definición del estudio del trabajo elegido, y presenta los hechos que posteriormente se analizan, tales como las distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

Es utilizado con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso dado en cinco clasificaciones. Estas se conocen bajo los términos de operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenajes.

### 3.6 Elaboración del Diagrama de Proceso

El diagrama de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En él se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones.

#### Simbología:

- Transporte 

Se denomina transporte trasladar de algún lugar a otro algún elemento, en general personas o bienes, pero también un fluido. El transporte es una actividad fundamental dentro del desarrollo de la humanidad.

- **Demora** 

Es el retraso culpable o deliberado en el cumplimiento de una obligación o deber, esta no permite la ejecución de la acción prevista. El símbolo de la demora es una letra D mayúscula.

- **Almacenamiento** 

Un almacén es un lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes. Los almacenes son usados por fabricantes, importadores, exportadores, comerciantes, transportistas, clientes, etc. El símbolo del almacenaje es un triángulo equilátero con uno de sus vértices hacia abajo.

- **Actividad Combinada** 

Son actividades realizadas conjuntamente por el mismo operario en el mismo punto de trabajo. Ocurren al mismo tiempo pero no se sabe cuál de las dos empieza primero. Los símbolos para esas actividades se combinan tal como aparece en el ejemplo que representa la combinación de operación e inspección.

Estos símbolos permiten representar en forma gráfica, sencilla y rápida todas y cada una de las actividades que están sucediendo en el proceso, método o procedimiento. Dan una idea general de la situación actual de la producción que permitirá realizar los respectivos análisis y tomar decisiones correspondientes. A través de los símbolos de almacenaje, demora y traslado se pueden detectar los costos ocultos de cada una de las actividades que nos reportan gastos de recurso humano, pérdida de tiempo, material, etc.

### **3.7 Importancia de los Diagramas**

Facilita al analista de método, en la parte de un diseño de un puesto de trabajo o para mejorarlo, presentar de forma clara, sencilla y lógica la información actual (hechos) relacionados con el proceso. Son herramientas o medios gráficos que le permiten realizar un mejor trabajo en un menor tiempo, economizar esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.

### **3.8 Soldadura**

La soldadura es un proceso de unión de materiales en el cual se funden las superficies de contacto de dos (o más) partes mediante la aplicación conveniente de calor o presión.

En algunos casos se agrega un material de aporte o relleno para facilitar la fusión.

#### **Ventajas:**

La soldadura proporciona una unión permanente. Las partes soldadas se vuelven una sola unidad.

La unión soldada puede ser más fuerte que los materiales originales, si se usa un metal de relleno que tenga propiedades de resistencia superiores a la de los materiales originales y se emplean las técnicas de soldadura adecuadas.

En general, la soldadura es la forma más económica de unir componentes.

## Tipos de soldadura

- **Soldadura ordinaria o de aleación:** es el método utilizado para unir metales con aleaciones metálicas que se funden a temperaturas relativamente bajas. Se suelen diferenciar entre soldaduras blandas y duras, según el punto de fusión y resistencia de la aleación utilizada. Los metales de aportación de las soldaduras blandas son aleaciones de plomo y estaño y, en ocasiones, pequeñas cantidades de bismuto. En las soldaduras duras se emplean aleaciones de plata, cobre y cinc (soldadura de plata) o de cobre y cinc (latonsoldadura).

- **Soldadura por fusión:** este tipo agrupa muchos procedimientos de soldaduras en los que tiene lugar una fusión entre los metales a unir, con o sin la aportación de un metal, por lo general sin aplicar presión y a temperaturas superiores a las que se trabaja en soldaduras ordinarias. Entre estas tenemos:

**Soldadura por gas:** utiliza el calor de la combustión de un gas o una mezcla gaseosa, que se aplica a las superficies de las piezas y a la varilla de metal de aportación.

**Soldadura por arco:** requiere el uso de corriente eléctrica, la cual se utiliza para crear un arco eléctrico entre uno o varios electrodos aplicados a la pieza, lo que genera el calor suficiente para fundir el metal y crear la unión.

**Soldadura por arco con electrodo recubierto:** en este tipo de soldadura el electrodo metálico, que es conductor de electricidad, está recubierto de fundente y conectado a la fuente de corriente. El metal a soldar está conectado al otro borne de la fuente eléctrica. Al tocar con la punta del electrodo la pieza de metal se forma el arco eléctrico. El intenso calor del arco funde las dos partes a unir y la punta de electrodo, que constituye el metal de aportación.

### **3.9 Estudio de tiempos**

Es una técnica de medición del trabajo que se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, para analizar los datos, con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea bajo normas establecidas. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, al estudio de métodos.

#### **Requisitos del Estudio de Tiempos**

Hay que dar cumplimiento a ciertos requisitos fundamentales antes de emprender el estudio de tiempos. Si se requiere el estándar para una nueva labor, o se necesita el estándar en un trabajo existente cuyo método se ha cambiado en todo o en parte, es preciso que el operario domine perfectamente la técnica de estudiar la operación. También es importante que el método que va a estudiarse se haya estandarizado en todos los puntos donde se va a Utilizar. Los estándares de tiempo carecerán de valor y serán fuente constante de inconformidades, disgustos y conflictos internos, si no se estandarizan todos los detalles del método y las condiciones de trabajo.

El operario debe verificar que se está siguiendo el método correcto y procurar familiarizarse con todos los detalles de la operación. El supervisor debe comprobar el método para cerciorarse de que las alimentaciones, velocidades, herramientas de corte, lubricantes, etc., se ajusten a la práctica estándar establecida por el departamento de métodos.

#### **Para lograr un buen estudio de tiempos, es necesario:**

1. Seleccionar al trabajador promedio.
2. El trabajador seleccionado de ser un operador calificado que tenga la experiencia los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo, según la norma o método establecido.

3. Obtener y registrar toda la información pertinente acerca de la tarea del operario y de las condiciones de trabajo.
4. Registrar toda la información completa del método. Descomponiendo la tarea en elementos.
5. Medir con el instrumento adecuado.
6. Determinar la velocidad de trabajo, o sea, valorar o efectuar la calificación de actuación del trabajador (habilidad, esfuerzo, condiciones y la consistencia). Convertir los tiempos observados en tiempos básicos.
7. Añadir los suplementos al tiempo básico para obtener el tiempo tipo.
8. Obtener el tiempo estándar en piezas por hora y/o en horas por piezas. El ingeniero Industrial (analista del estudio de tiempos) tiene que observar los métodos mientras hace el estudio de tiempos. La definición del estudio de tiempos postula que la tarea medida se realiza conforme a un método especificado.

Un estudio de tiempos no pretende fijar lo que tarda un hombre en realizar un trabajo, ni es tampoco un procedimiento para hacer caer al operario en el agotamiento físico; en definitiva de lo que se trata es de establecer un tiempo de ejecución para que cualquier operario que conozca su trabajo pueda hacerlo continuamente y con agrado. La realización del estudio de tiempos es necesario para:

- Reducir los costos.
- Determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra.
- Establecer salarios con incentivos.
- Planificar.
- Establecer presupuestos.
- Comparar los métodos.

- Equilibrar cadenas de producción.

### **Manejo y Estudio Correcto del Cronómetro**

El cronómetro es un reloj de precisión que se utiliza para establecer los tiempos de ejecución de las tareas que se ejecutan en alguna actividad en especial. Varios tipos de cronómetros están en uso actualmente. La mayoría de los cuales se encuentran dentro de la siguiente clasificación:

- a) Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min).
- b) Cronómetro decimal de minutos de (0.001).
- c) Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora).
- d) Cronómetro electrónico o digital.

**a) El cronómetro decimal de minutos (de 0.01):** Tiene su carátula con 100 divisiones y cada una de ellas corresponde a 0.01 de minuto. Por lo tanto, una vuelta completa de la manecilla mayor requerirá un minuto. El cuadrante pequeño del instrumento tiene 30 divisiones, correspondiendo cada una a un minuto. Por cada revolución de la manecilla mayor, la manecilla menor se desplazará una división, o sea, un minuto.

**b) El cronómetro decimal de minutos de 0.001 min:** Es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. En el primero cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto. De este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min. En dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Se usa este aparato sobre todo para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. En general, el cronómetro de 0.001 min. no tiene corredera lateral de arranques sino que se pone en movimiento, se detiene y se vuelve a cero oprimiendo sucesivamente la corona.

Para arrancar este cronómetro se oprime la corona y ambas manecillas rápidas parten de cero simultáneamente. Al terminar el primer momento se oprime el botón lateral, lo cual detendrá únicamente la manecilla rápida inferior.

El análisis de tiempos puede observar entonces el tiempo en que transcurrió el elemento sin tener la dificultad de leer una aguja o manecilla en movimiento.

A continuación, se oprime el botón lateral y la manecilla inferior se une a la superior, la cual ha seguido moviéndose ininterrumpidamente. Al finalizar el segundo elemento se vuelve a oprimir el botón lateral y se repite el procedimiento.

**c) El cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora):** Tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min., es decir, 0.30 de hora. En el cronómetro decimal de horas las manecillas se ponen en movimiento, se detienen y se regresan a cero de la misma manera que en el cronómetro decimal de minuto de 0.01 min.

Es posible montar tres cronómetros en un tablero, ligados entre sí, de modo que el analista pueda durante el estudio, leer siempre un cronómetro cuyas manecillas estén detenidas y mantenga un registro acumulativo del tiempo total transcurrido.

En primer lugar, al accionar la palanca se pone en movimiento el cronómetro 1 (primero de la izquierda), prepara el cronómetro 2, y arranca el 3. Al final del primer elemento, se desconecta un embrague que activa el

cronómetro 3 y vuelve a accionar la palanca. Esto detiene el cronómetro 1, pone en marcha el 2 y el cronómetro 3 continúa en movimiento, ya que medirá el tiempo total como comprobación. El cronómetro 1 está ahora en espera de ser leído, en tanto que el siguiente elemento está siendo medido por el cronómetro 2.

**d) Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora:** Este cronómetro permite la introducción de datos observados y los graba en lenguaje computarizado en una memoria de estado sólido. Las lecturas de tiempo transcurrido se graban automáticamente. Todos los datos de entradas y los datos de tiempo transcurrido pueden transmitirse directamente del cronómetro a una terminal de computadora a través de un cable de salida. La computadora prepara resúmenes impresos, eliminando la laboriosa tarea del cálculo manual común de tiempos elementales y permitidos y de estándares operativos. La unidad de tiempo llamada segundo, es la sexagésima parte de un minuto. Esta unidad de medida va cayendo en desuso por ciertos inconvenientes que presenta el sistema sexagesimal. El minuto, la sexagésima parte de una hora, es más utilizado, pero dividido en 100 partes, cada una de estas partes es una centésima de minuto, y una hora, por tanto, son 6 000 centésimas de minuto.

Todos estos cronómetros tienen una pequeña esfera donde se totaliza el número de vueltas que da la saeta principal.

**Para el estudio de tiempos se utilizan generalmente dos tipos de cronómetro**

- **Cronómetro Ordinario o Continuo (Modo Acumulativo)**

El reloj muestra el tiempo total transcurrido desde el inicio del primer elemento.

## **Ventajas del Cronometro Ordinario o Continuo**

- Los elementos regulares y los extraños, pueden seguirse etapa por etapa, todo el tiempo puede ser tomado en consideración.
- Se puede comprobar la exactitud del cronometraje, es decir que el tiempo transcurrido en el estudio debe ser igual al tiempo cronometrado para el último elemento del ciclo registrado.

## **Desventajas del Cronometro Ordinario o Continuo**

- El gran número de restas que hay que hacer para determinar los tiempos de cada elemento, lo que prolonga muchísimo las últimas etapas del estudio.

- **Cronómetro Vuelta a Cero**

El reloj muestra el tiempo de cada elemento y automáticamente vuelve a cero para el inicio de cada elemento.

Algunos relojes de representación numérica o digitales los construyen integrados en el tablero de apoyo, con dos pantallas: la de tiempo para cada evento (modo vuelta a cero) y la del tiempo total (modo acumulativo).

## **Ventajas del Cronómetro Vuelta a Cero**

- Se obtiene directamente el tiempo empleado en ejecutar cada elemento.
- El analista puede comprobar la estabilidad o inestabilidad del operario en la ejecución de su trabajo.

## **Desventajas del Cronómetro Vuelta a Cero**

- Se pierde algún tiempo entre la reacción mental y el movimiento de los dedos al pulsar el botón que vuelve a cero las manecillas.

- No son registrados los elementos extraños que influyen en el ciclo de trabajo y por consiguiente no se hace más nada por eliminarlos.

- Es difícil tener en cuenta el tiempo total empleado en relación con el tiempo concedido.

### **Herramientas del Estudio de Tiempos por Cronómetro**

Es deseable que el tiempo sea exacto, comprensible y verificable. Algunas de las herramientas esenciales necesarias para el analista de tiempo en la realización de un buen estudio de tiempo incluyen:

- Reloj para estudio de tiempo con pantalla digital (electrónico) o cronometro manual (mecánico).
- Tablero de apoyo con sujetador: para sujetar los formatos para el estudio de tiempo.
- Formato para el estudio de tiempos: repetitivo y no repetitivo, permiten apuntarlos detalles escritos que deben incluirse en el estudio.
- Lápiz.
- Cinta métrica, regla o micrómetro, según sean las distancias involucradas y la precisión con que se necesiten medir.
- Calculadora o computadora personal (PC), para hacer los cálculos aritméticos que intervienen en el estudio de tiempos.

### **Estudio de Tiempos con Cronómetros**

Antes de realizar un estudio con cronómetro, se debe saber:

#### **Identificar el estudio**

- N°. de estudio.
- N°. de hojas.
- Nombre del tomador de Datos.
- Fecha del estudio.

- Quien aprueba el estudio.

### **Información que permita identificar**

- El producto pieza.
- Nombre del producto.
- N°. de pieza.
- N°. de plano del producto.

### **Información para identificar**

- Nombre.
- Número.
- Categoría.

### **Duración del estudio**

- Inicio.
- Término.
- Duración o tiempo transcurrido.
- Dato Medido.
- Dato Estándar.

### **Condiciones de trabajo**

- Croquis o plano del lugar de trabajo.
- Iluminación, ventilación, ruido, temperatura.
- Espacios de trabajo, herramientas.

### **Descomponer la tarea en elementos**

Elemento: Es la parte delimitada de una tarea definida.

## Definir el ciclo

Es la sucesión de elementos necesarios para efectuar una tarea u obtener una unidad de producción.

## Tipos de Elementos

- **Repetitivos:** Reaparecen en cada ciclo de trabajo estudiado.
- **Casual:** No aparecen en cada ciclo de trabajo en intervalos irregulares.
- **Constante:** Son aquellos cuyo tiempo básico es igual en cada ciclo.
- **Manejables:** Su tiempo básico varía en los ciclos.
- **Manuales:** Son los que realiza el trabajador.
- **Mecánicos:** Realizados por máquinas o utilizando la fuerza motriz.
- **Dominantes:** Duran más tiempo que los otros elementos.
- **De Contingencia:** Su tiempo es utilizado para proveer más material, equipo, herramientas, al proceso.
- **Extraños:** Elementos que se presentan de manera variable o constante en el proceso, pero que al analizarlos no deben formar parte del proceso.

## La clasificación de los elementos nos sirve para:

- ✓ Separar el trabajo o actividades productivas de las NO productivas.
- ✓ Aislar, eliminar, estudiar, etc. aquellos elementos que causan problemas. (Alto costo, cuellos de botella).
- ✓ Estudiar los efectos que causan fatiga.
- ✓ Hacer especificaciones detalladas del trabajo.

### **3.10 Aplicación del Estudio de Tiempos en el Área de Trabajo**

#### **Procedimiento del Estudio de Tiempos**

Una vez que se ha establecido el método, estandarizado las condiciones y las operaciones, se han capacitado los elementos para seguir al operario, el trabajo está listo para un buen estudio de tiempos con cronómetros.

##### **1. Selección del Operario**

Es muy importante estudiar al operario indicado. Por esta razón hacer un estudio de tiempos sobre el operario equivocado puede duplicar la dificultad para hacer el estudio y disminuir la exactitud del estándar. El operario debe ser alguien que trabaje con buena habilidad y esfuerzo. Si el analista en estudio de tiempos aplica correctamente el procedimiento de valoración de desempeño, puede llegar al mismo estándar de tiempo final dentro de ciertos límites prácticos, aun cuando el operario trabaje deprisa o despacio.

Sin embargo, desde cualquier punto de vista, es mejor si el estándar cronometrado se basa en las 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%. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que se usará para el estudio. En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado.

El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto. Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista. Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista. Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quien estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala. En trabajos en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

## **2. Registro de Información Significativa**

Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos. Tal vez todos estos detalles parezcan de escasa importancia a un principiante, pero la experiencia le demostrará que cuanto más información pertinente se tenga, tanto más útil resultará el estudio en los años venideros. El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos de estándares y para el desarrollo de fórmulas.

También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas. Hay

varias razones para tomar nota de las condiciones de trabajo. En primer lugar, las condiciones existentes tienen una relación definida con el "margen" o "tolerancia" que se agrega al tiempo normal o nivelado. Si las condiciones se mejoraran en el futuro, puede disminuir el margen por tiempo personal, así como el de fatiga. Recíprocamente, si por alguna razón llegara a ser necesario alterar las condiciones de trabajo, de manera que fueran peores que cuando el estudio de tiempos se hizo por primera vez, es lógico que el factor de tolerancia o margen debería aumentarse.

Si las condiciones de trabajo que existían durante el estudio fueran diferentes de las condiciones normales que existen en el mismo, tendrían un efecto determinando en la actuación normal del operario. Por ejemplo, si en un taller de forja por martinete se hiciera el estudio durante un día de verano muy caluroso, es de comprender que las condiciones de trabajo serían peores de lo normal y la actuación del operario reflejaría el efecto del intenso calor. Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos.

### **3. Posición del Observador**

Una vez que el analista ha realizado el acercamiento correcto con el operario y registrado toda la información importante, está listo para tomar el tiempo en que transcurre cada elemento.

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. Un analista que efectuara sus anotaciones estando sentado sería objeto de críticas por parte de los trabajadores, y pronto perdería el respeto del personal del piso de producción. Además, estando de pie el observador tiene más facilidad para moverse y seguir los movimientos de las manos del operario, conforme se desempeña en su ciclo de trabajo.

En el curso del estudio, el tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el operario, ya que esto tendería a modificar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

#### **4. División de la Operación en Elementos**

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de *Therbligs* conocidos por “elementos”.

A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 minutos) el observador debe escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. De ser posible, los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas.

Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

1. Asegurarse de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.
2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los de ejecución manual.
3. No combinar constantes con variables.
4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.

5. Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

## 5. Toma de Tiempo

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante el estudio:

**Método de Regreso a Cero:** Esta técnica ("*snapback*") tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos largos, se adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

Dado que los valores elementales de tiempo transcurrido son leídos directamente en el método de regreso a cero, no es preciso, cuando se emplea este método, hacer trabajo de oficina adicional para efectuar las restas sucesivas, como en el otro procedimiento. Además los elementos ejecutados fuera de orden por el operario, pueden registrarse fácilmente sin recurrir a notaciones especiales. Los propugnadores del método de regresos a cero exponen también el hecho de que con este procedimiento no es necesario anotar los retrasos, y que como los valores elementales pueden compararse de un ciclo al siguiente, es posible tomar una decisión acerca del número de ciclos a estudiar. En realidad, es erróneo usar observaciones de algunos ciclos anteriores para decidir cuántos ciclos adicionales deberán ser estudiados. Esta práctica puede conducir a estudiar una muestra demasiado pequeña. En resumen, la técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla; por lo tanto, se introduce un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.
2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min o menos).
3. No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.
4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

**Método Continuo:** Esta técnica para registrar valores elementales de tiempo es recomendable por varios motivos. La razón más significativa de todas es, probablemente, la de que este tipo presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en cuenta. Es más fácil explicar y lograr la aceptación de esta técnica de registro de tiempos, al exponer claramente todos los hechos.

El método de lecturas continuas se adapta mejor también para registrar elementos muy cortos. No perdiéndose tiempos al regresar la manecilla a cero, puede obtenerse valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min., y de elementos de 0.02 min. Cuando van seguidos de un elemento relativamente largo. Con la práctica, un buen analista de tiempos que emplee el método continuo, será capaz de apreciar exactamente tres elementos cortos sucesivos (de menos de 0.04 min.), si van seguidos de un elemento de aproximadamente 0.15 min o más largo. Se logra esto recordando las lecturas cronométricas de los puntos terminales de los tres

elementos cortos, anotándolas luego mientras transcurre el elemento más largo.

Por supuesto, como se mencionó antes, esta técnica necesita más trabajo de oficina para evaluar el estudio. Como el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas del cronómetro continúan moviéndose, es necesario efectuar restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar los tiempos elementales transcurridos.

## **6. Selección y Registro de los Elementos**

Para los propósitos del estudio de tiempos, el trabajo desempeñado por el operario se divide en elementos. Un elemento es una parte constitutiva y propia de una actividad o tarea específica. Deben definirse con claridad. De preferencia la descripción del elemento debe indicar el punto de inicio, el trabajo específico incluido y el punto final. El estudio de tiempos por elementos tiene las siguientes ventajas Valorar el desempeño con más exactitud. Crear valores de tiempo estándar para elementos frecuentemente recurrentes; estos pueden verificarse contra datos existentes, lo cual ayuda a mantener la consistencia de los datos. Identificar el trabajo no productivo. El registro de tiempo de cada elemento se hace de acuerdo al método que mejor le convenga al analista de tiempo (continuo o vuelta a cero).

## **7. Calificación de la Actuación del Operario**

En el sistema de calificación de la actuación del operario, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario “normal” que ejecuta el mismo elemento. A esta efectividad o eficiencia se le expresa en forma decimal o en tanto por ciento (%), y se le asigna al elemento observado. Un operario “normal” se define como un obrero calificado y con gran experiencia, que trabaja en las condiciones que suelen prevalecer en la estación de trabajo a una velocidad o ritmo representativo

del promedio. El principio de la calificación de la actuación del operario es el de saber ajustar el tiempo medio observado de cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido un operario normal para ejecutar el mismo trabajo.

### **Características de un Buen Sistema de Calificación**

La primera y la más importante de las características de un sistema de calificación es su exactitud. No se puede esperar consistencia o congruencia absoluta en el modo de calificar, ya que las técnicas para hacerlo se basan, esencialmente, en el juicio personal del analista de tiempos. Sin embargo, se consideran adecuados los procedimientos que permitan las diferentes analistas, en una misma organización, el estudio de operarios diferentes empleando el mismo método para obtener estándares que no tengan una desviación mayor de un 5% respecto del promedio de los estándares establecidos por el grupo. Se debe mejorar o sustituir el plan de calificación en que haya variaciones en los estándares mayores que la tolerancia de más o menos 5%. El plan de calificación que dé resultados más consistentes y congruentes será también el más útil, si el resto de los factores son semejantes.

Se puede corregir un plan de calificación que tuviera consistencia al ser utilizado por los diversos analistas de tiempos de una planta y que, sin embargo, estuviese fuera de la definición aceptada de exactitud normal. Un procedimiento para calificar al operario que produzca resultados incongruentes o inconsistentes, cuando lo empleen diferentes analistas de tiempos, es seguro que termine en fracaso.

### **Métodos de Calificación**

1. Método Westinghouse.
2. Calificación Sintética.

3. Calificación Objetiva.
4. Calificación por Velocidad.
5. Calificación Modificada.

Para efecto de esta práctica se utilizará el Método Westinghouse, el cual es uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente.

### **Método Westinghouse**

Fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La Habilidad se define como “pericia en seguir un método dado” y se puede explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La Habilidad o destreza de un operario se determina por su experiencia y sus aptitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. La práctica tenderá a desarrollar su habilidad, pero no podrá compensar por completo las deficiencias en aptitud natural.

La Habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos.

Una disminución en la habilidad generalmente es resultado de una alteración en las facultades debida a factores físicos o psicológicos, como reducción en agudeza visual, falla de reflejos y pérdida de fuerza con coordinación muscular. De esto se deduce fácilmente que la habilidad de una

persona puede variar de un trabajo a otro, y aun de operación a operación en una labor determinada.

Según el Sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (u óptima). (Ver Figura 1).

**Figura 1: Sistema Westinghouse.**

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

**Fuente:** <http://www.monografias.com/trabajos96/estudio-tiempo-al-proceso-atencion-al-cliente/estudio-tiempo-al-proceso-atencion-al-cliente.shtml>

El observador debe evaluar y asignar una de estas seis categorías a la habilidad o destreza manifestada por un operario. La calificación de la habilidad se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente, que es demás 15%, para los individuos súper hábiles, hasta menos 22% para los de muy baja habilidad. Este porcentaje se combina luego algebraicamente con las calificaciones de esfuerzo, condiciones y consistencia, para llegar a la nivelación final, o al factor de calificación de la actuación del operario.

Según este sistema o método de calificación, el Esfuerzo o Empeño se define como una “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad. Con frecuencia un operario aplicará un esfuerzo mal dirigido empleando un alto ritmo a fin de aumentar el tiempo del ciclo del estudio, y obtener todavía un factor liberal de calificación. Igual que en el caso de la habilidad, en lo que toca a la calificación del esfuerzo pueden distinguirse seis clases representativas de rapidez aceptable: deficiente (o bajo), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo. Al esfuerzo excesivo se le ha asignado un valor de más 13%, y al esfuerzo deficiente un valor de menos 17%.

Las condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17 °C mientras que generalmente se

mantiene en 20 °C a 23 °C, las condiciones se considerarían debajo de lo normal.

Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación. Se han enumerado 6 clases generales de condiciones con valores desde más 6% hasta menos 7%. Estas condiciones “de estado general” se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

El último de los cuatro factores que influyen en la calificación de la actuación es la Consistencia del operario. A no ser que se emplee el método de lectura repetitiva, o que el analista sea capaz de hacer las restas sucesivas y de anotarlas conforme progresa el trabajo, la consistencia del operario debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro y presencia de elementos extraños. Los elementos mecánicamente controlados tendrán, como es comprensible, una consistencia de valores casi perfecta, pero tales elementos no se califican. Hay seis clases de consistencia: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente. Se ha asignado un valor de más 4% a la consistencia perfecta, y de menos 4% a la deficiente, quedando las otras categorías entre estos valores.

No puede darse una regla general en lo referente a la aplicabilidad de la tabla de consistencias. Algunas operaciones de corta duración y que tienden a estar libres de manipulaciones y colocaciones en posición de gran cuidado, darán resultados relativamente consistentes de un ciclo a otro. Por

eso, operaciones de esta naturaleza tendría requisitos más exigentes de consistencia promedio, que trabajos de gran duración que exigen gran habilidad para los elementos de colocación, unión y alineación. La determinación del intervalo de variación justificado para una operación particular debe basarse, en gran parte, en el conocimiento que al analista tenga acerca del trabajo.

## 8. Tolerancias

El tiempo normal de una operación no contiene ninguna tolerancia, es solamente el tiempo que tardaría un operario calificado en ejecutar la tarea si trabajara a marcha normal; sin embargo, una persona necesita de cierto tiempo para atender necesidades personales, para reponer la fatiga, además existen otros factores que están fuera de su control que también consumen tiempo.

En general las tolerancias se aplican para cubrir tres áreas generales:

- Necesidades Personales.
- Fatigas.
- Demoras Inevitables.

Las tolerancias deben calcularse en forma tan precisa como sea posible, o de otra manera se anulará por completo el esfuerzo puesto al hacer el estudio, las tolerancias se aplican al estudio de acuerdo a tres categorías:

### **Tolerancias Aplicables al Tiempo Total del Ciclo:**

Tolerancias que deben considerarse solo en el tiempo de maquinado. Aplicables solo al tiempo de esfuerzo. Las tolerancias aplicables al tiempo total del ciclo se expresan usualmente como porcentaje (%) del tiempo del

ciclo que incluyen necesidades personales, limpieza de la estación de trabajo, mantenimiento de la máquina. Las tolerancias de tiempo de maquinado incluyen tiempo para mantener las herramientas y variaciones de potencia mientras que las tolerancias aplicables al tiempo de esfuerzo, comprenden fatigas y demoras inevitables.

- Necesidades Personales: Incluye interrupciones en el trabajo, necesarias para el trabajador, como son: viajes periódicos al bebedero de agua o al baño.

- Fatiga: La fatiga se considera como una disminución en la capacidad de realizar trabajo. La fatiga es el resultado de una acumulación de productos de desechos en los músculos, y en el torrente sanguíneo, lo cual reduce la capacidad de los músculos para actuar. La fatiga puede ser también mental. Una persona debe ser colocada, de ser posible en el trabajo que más le agrada. El método utilizado para determinar la fatiga es el método sistemático el cual incluye: criterios de temperatura, de ventilación, humedad, ruidos, duración de la actividad de repetición del ciclo, demanda física, demanda mental o visual, y de posición del operador. Cada criterio está conformado por varios niveles ponderados, y se evalúa de acuerdo a las condiciones observadas durante el estudio. La ponderación total (sumatoria de todos los criterios), se somete a una tabla que indica el porcentaje por fatiga, o si se requiere en minutos.

- Demoras Inevitables: Las demoras pueden ser evitables o inevitables. En la determinación del tiempo estándar no se consideran las demoras evitables causadas intencionalmente por el obrero. Las demoras inevitables incluyen interrupciones hechas por el supervisor, analista de tiempo y otros, irregularidades en materiales, dificultad de mantener tolerancias e interferencias debidas a la asignación de varias máquinas a un operario.

## Método para el Cálculo de Tolerancias

Existen dos métodos utilizados frecuentemente para el desarrollo de datos de tolerancias estándar. El primero es el que consiste en un estudio de la producción que requiere que un observador estudie dos o quizás tres operaciones durante un largo período. El operador registra la duración y el motivo de cada intervalo libre o de tiempo muerto y después de establecer una muestra razonablemente representativa, resume sus conclusiones para determinar la tolerancia en tanto por ciento para cada característica aplicable.

La segunda técnica para establecer un porcentaje de tolerancia es mediante el estudio de muestreo de trabajo. En este método, se toma un gran número de observaciones al azar, por lo que sólo requiere por parte del observador, servicios en parte de tiempo, o al menos, intermitentes. En este procedimiento no se emplea el cronómetro, ya que el observador camina solamente por el área que se estudia sin horario fijo, y toma breves notas sobre lo que cada operación está haciendo.

### 9. Cálculo de los Suplementos

Los suplementos por descanso (destinados a reponerse de la fatiga) son la única parte especial del tiempo que se añade al tiempo básico. Los demás suplementos, como por contingencias, por razones de políticas de la empresa y especiales, solamente se aplican bajo ciertas condiciones.

- **Suplementos por Descanso:** Se calculan de modo que permitan al trabajador reponerse de la fatiga. Tienen dos componentes principales los suplementos fijos y los suplementos variables. Los suplementos fijos, a su vez, se dividen en los siguientes.
- **Suplementos por Necesidades Personales:** Se aplican a los casos inevitables de abandono del puesto de trabajo, por ejemplo para ir a

beber algo, a lavarse o al baño en la mayoría de las empresas que lo aplican suele oscilar entre 5 y 7 por ciento.

- **Suplementos por Fatiga Básica:** Es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Es frecuente que se fije en 4 del tiempo básico, cifra que considera suficiente para un trabajador que cumpla su tarea sentado, que ejecute un trabajo ligero en buenas condiciones materiales y que no precisa emplear manos, piernas sentidos sino normalmente.
- **Suplementos Variables:** Se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, por ejemplo cuando las condiciones ambientales son malas y no pueden ser mejoradas, cuando aumentan el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea, etc.

### **Recomendaciones para el Descanso**

Los suplementos por descanso pueden traducirse en verdaderas pausas, si bien no hay regla fija sobre estas pausas, es corriente que se haga cesar el trabajo durante 10 o 15 minutos a media mañana y a media tarde.

### **Importancia de los Períodos de Descanso**

1. Atenúan las fluctuaciones de rendimiento del trabajador a lo largo del día.
2. Contribuyen a estabilizarlo más cerca del nivel óptimo.
3. Rompen la monotonía de la jornada.
4. Ofrecen a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales.
5. Reducen las interrupciones del trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.

- Otros Suplementos: Algunas veces al calcular el tiempo estándar es preciso incorporar otros suplementos además del suplemento por descanso.
- Suplementos por Contingencia: Es el pequeño margen que se incluye en el tiempo estándar para prever demoras que no se pueden medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.
- Suplementos por Razones de Política de la Empresa: Es una cantidad no ligada a las primas, que se añade al tiempo tipo (o alguno de sus componentes, como el contenido de trabajo) para que en circunstancias excepcionales, a nivel definido de desempeño corresponda un nivel satisfactorio de ganancias.
- Suplementos Especiales: Se conceden para actividades que normalmente no forman parte del ciclo de trabajo, pero en las cuales este no se podría efectuar debidamente.

### **Propósito de los Suplementos**

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tiempo medio cumplir con el estándar a ritmo normal. Se acostumbra a expresar las tolerancias como un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se puede ajustar fácilmente al tiempo de margen.

### **10. Tiempo Estándar**

Es una función de la cantidad de tiempo necesario para desarrollar una unidad de trabajo, usando un método y equipos dados, bajo ciertas condiciones de trabajo, ejecutado por un obrero que posea una cantidad de habilidad específica y una aptitud promedio para el trabajo. Es el tiempo

requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Se determina sumando los tiempos estándares permitidos para cada uno de los elementos que comprenden el estudio de los tiempos estándares elementales, lo cual dará el estándar en minutos por pieza o en horas por pieza. La mayoría de las operaciones industriales tienen ciclos relativamente cortos (inferiores a cinco minutos), por lo tanto usualmente es más conveniente expresar los estándares en términos de horas por 100 piezas.

$$TE = TPS * Cv + \sum Tol$$

En donde:

$TE$  = Tiempo Estándar

$TN$  =  $TPS \times Cv$

$TPS$  = Tiempo Promedio Seleccionado

$Cv$  = Factor de Calificación  $Cv = 1 \pm c$

$c$  = Coeficiente de confianza

$$TPS = \frac{\sum lecturas}{\text{número de observaciones}}$$

### Propósito del Tiempo Estándar

- Base para el pago de incentivos.
- Denominador común para la comparación de diversos métodos.

Método para asegurar una distribución del espacio disponible.

- Medio para determinar la capacidad de la planta.
- Base para la compra de un nuevo equipo.
- Base para equilibrar la fuerza laboral con el trabajo disponible.
- Mejoramiento del control de producción.
- Control exacto y determinación del costo de mano de obra.
- Base para primas y bonificaciones.
- Base para un control presupuestal.
- Cumplimientos de las normas de calidad.
- Simplificación de los problemas de dirección de la empresa.
- Mejoramiento de los servicios a los consumidores.
- Elaboración de planes de mantenimiento.

## 11. Tiempo Normal

Es el tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con una velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

$$TN = TPS * Cv$$

Dónde:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n} \text{ Tiempo Promedio Seleccionado}$$

$$Cv = 1 \pm c \text{ Calificación de Velocidad}$$

## **12. Calificación de Velocidad**

Es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No existe un método universal, el analista debe ser lo más objetivo posible para poder definir el factor de calificación (c). Es el paso más importante del procedimiento de medición del trabajo, se basa en la experiencia, adiestramiento y buenos juicios del analista.

La calificación se realiza durante la observación de los tiempos elementales, el analista debe evaluar la velocidad, la destreza, la carencia de falsos movimientos, el ritmo, la coordinación y la efectividad; deben ajustarse los resultados a la actuación normal.

La calificación son los procedimientos que se utilizan para ajustar los valores de tiempo observados de forma tal que correspondan con los tiempos requeridos para que el operario normal ejecute una tarea.

El sistema de calificación debe ser exacto, evaluar la influencia del juicio personal del analista, cuando exista variación en los estándares mayores que la tolerancia de  $\pm 5\%$  se debe mejorar o sustituir. Debe ser simple, conciso, de fácil explicación y con puntos de referencias bien establecidos.

## **13. Método Sistemático**

Consiste en determinar de manera objetiva la cantidad de tiempo que debe asignarse por concepto de tolerancia el cual consiste en evaluar un conjunto de factores de manera cualitativa y cuantitativa, por niveles sabiendo que de menor o mayor la criticidad del mismo aumenta, se realizara

entonces la suma de los puntos que luego son buscados en una tabla de concesiones en función de su límite y de la jornada de trabajo.

### **Método Sistemático para Asignar Tolerancia por Fatiga**

En este método se debe evaluar de forma objetiva y a través de la observación directa, el comportamiento de las actividades ejecutadas por el operario, mediante un conjunto de factores los cuales poseen una puntuación según el nivel (evaluación cualitativa y cuantitativa). La sumatoria total de esos valores determina el rango y la clase (%) a que pertenece, según la Jornada de Trabajo que aplique, para asignarle un porcentaje del tiempo total que permita contrarrestar la fatiga.

La tabla de concesiones está diseñada para trabajar únicamente para trabajar con 4 tipos de jornadas (8.5, 8.7, 7.5, 7 h/día). La jornada de trabajo puede ser continua o discontinua. Para el caso de J.T diferentes debe reunirse a la siguiente fórmula:

$$\textit{Minutos concedidos} = \frac{\textit{CONCESIÓN} * \textit{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \textit{CONCESIÓN} \%}$$

A pesar de que los distintos tipos de tolerancias vienen expresadas en unidad de tiempo debe tener una unidad en común para que tanto la fija como las variables puedan ser sumadas. Las tolerancias variables se refieren a la fatiga y la necesidad personal el resto de las tolerancias por lo general son fijas.

## 14. Normalización de Tolerancias

Deducir de la jornada de trabajo los tiempos por concepto de suplementos o márgenes fijos de forma tal que se obtenga la jornada efectiva de trabajo, luego se determina cual es el porcentaje que representan las tolerancias por fatiga y necesidades personales del tiempo normal.

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow x$$

## 15. Procedimiento Estadístico para Determinar el Tamaño de la Muestra

Definir el Coeficiente de Confianza (c), el cual va a depender del conocimiento del proceso y manejo de la herramienta. Utilizando la tabla de t student, se interpola para hallar el valor de tc.

- Definir el Intervalo de Confianza (I):

$$LC = I = \bar{x} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}}$$

- Determinar la Desviación Estándar (S):

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}}$$

- Determinar el Intervalo de la muestra (Im):

$$Im = \frac{2 * Tc * S}{\sqrt{n}}$$

- Criterio de Decisión:

Si

**$Im \leq I$ , Se acepta n**

**$Im > I$ , Se rechaza n**

**$\therefore$  se recalcula n**

- Nuevo tamaño de la muestra N':

$$N' = \frac{4 * Tc^2 * S^2}{I^2}$$

**$\therefore N = N' - n$**

## Procedimiento para Determinar el Tiempo Estándar

1. Seleccionar el trabajo que va a ser estudiados.
2. Registrar todos los datos necesarios.
3. Examinar los datos registrados y comprobar si son utilizados los mejores métodos y movimientos.
4. Medir la cantidad de trabajo, seleccionado la técnica de medición más adecuada para el caso.
5. Aplicar calificación y tolerancias en caso de utilizar cronometraje.
6. Definir las actividades y el método de operación a los que corresponde el tiempo computado.

### Pasos para calcular el tiempo estándar

1. Cálculo de TPS:

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n}$$

2. Calcular Cv:

$$Cv = 1 \pm c$$

3. Cálculo de TN:

$$TN = TPS * Cv$$

4. Análisis de Tolerancias.
5. Factores de Fatiga (Condiciones de Trabajo).
  - Temperatura.
  - Condiciones Ambientales.
  - Humedad.
  - Nivel de Ruido.
  - Iluminación.
  - Duración del Trabajo.
  - Repeticiones del Ciclo.
  - Esfuerzo Físico.
  - Esfuerzo Mental o Visual.
  - Posición de Trabajo.
6. Cálculo de la Fatiga:

$$\textit{Minutos concedidos} = \frac{\textit{CONCESIÓN} * \textit{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \textit{CONCESIÓN} \%}$$

7. Calculo de JET:

$$\textit{JET} = \textit{JT} - \sum \textit{Tolerancias Fijas}$$

8. Normalizando:

$$\textit{JET} - (\textit{Fatiga} + \textit{NP}) \rightarrow \textit{Fatiga} + \textit{NP}$$

$$\textit{TN} \rightarrow x$$

$$x = \frac{TN * Fatiga + NP}{JET - (Fatiga + NP)}$$

9. Calculo de Tiempo Estándar:

$$TE = TPS * Cv + \sum Tol$$

$$TE = TN + \sum Tol$$

### 3.11 Método General Electric

Método desarrollado por un conjunto de investigadores que se dieron a la tarea de determinar en varias empresas del mismo ramo y en diferentes países el tiempo de duración de sus procesos, llegando a establecer una relación entre su duración y el número de observaciones a realizar, obviando el tratamiento estadístico necesario. (Ver Figura 2).

**Figura 2: Tabla Método General Electric.**

TIEMPO DEL CICLO (min)	OBSERVACIONES A REALIZAR
0.10	200
0.25	100
0.50	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
4.00 A 5.00	15
5.00 A 10.00	10
10.00 A 20.00	8
20.00 A 40.00	5
MÁS DE 40.00	3

**Fuente:** <http://www.monografias.com/trabajos92/disenio-practicas-laboratorio-leita-ingenieria-metodos/image041.jpg>.

Tiempo estándar (formula):

$$TE = TPS * Cv + \Sigma (\text{Tolerancias})$$

Donde:

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado.

Cv = Calificación de la velocidad.

Mientras más rápido sea el proceso la probabilidad de ocurrencia de errores es mayor a los cuales pudieran estar asociados a diferentes causas. También es importante que la actividad que se vaya a seleccionar para el estudio de tiempo deba tener cierto grado de repetividad.

## CAPÍTULO IV DISEÑO METODOLÓGICO

En este capítulo se describen las herramientas utilizadas, en este periodo investigativo, descripción del tipo de estudio, descripción de la población y muestra, los recursos e instrumentos utilizados, las técnicas para recolección de datos y el procedimiento.

### 4.1 Tipo de Investigación

De acuerdo con la estructura de la investigación a desarrollar, se implementó un estudio descriptivo apoyado en una investigación de campo, evaluativa y aplicada, de tipo no experimental y cualitativa.

✓ **Descriptivo:** Debido a que, especifica minuciosamente cada una de las características que se encuentran inmersas en el Departamento Planificación y Control de la CORPORACIÓN C.M.I. GUAYANA, C.A. así como también, se describe el origen de los problemas y posibles soluciones.

✓ **Campo:** Ya que, fue realizada directamente en la empresa, lo cual hizo posible el contacto directo entre investigadores y el problema, de una manera participativa u omnisciente.

✓ **Evaluativa:** Puesto que, luego de describir el proceso, inmediatamente se comenzó a evaluar detalladamente todos los problemas así como sus causas.

✓ **Aplicada:** Ya que, tiene como propósito, establecer ideas que logren mejorar la minimización de los tiempos de producción en el área de soldadura.

## 4.2 Población y Muestra.

Dentro de toda investigación, la población constituye el eje de aplicación del estudio, ya que de ella se obtienen los datos relativos a la indagación desarrollada. Tamayo y Tamayo (1998) define población: “como la totalidad del fenómeno a estudiar en donde las unidades de población poseen una característica común, la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación”.

El mismo autor define el muestreo intencionado como aquel que toma lugar cuando el investigador selecciona los elementos que a su juicio, son representativos, lo cual le exige un conocimiento previo de la población que se investiga para poder determinar cuáles son las categorías o aspectos que se pueden considerar como tipo representativo del fenómeno que se estudia.

En esta investigación la población y muestra son coincidentes ya que, la integran todas actividades de gestión que se realizan en el área de soldadura y armado de la Corporación CMI GUAYANA, C.A.

## 4.3 Técnicas e Instrumentos para la recolección de datos

Para obtener la información necesaria para la recolección de datos se emplearán instrumento como los siguientes:

### Entrevista

Las entrevistas buscan opiniones por medio de una serie de preguntas estructuradas, elaboradas para aclarar un determinado tema.

Las entrevistas se realizarán durante todo el período de investigación en forma constante a diferentes personas en especial al Encargado de Soldadores y Encargado de Armado, también se estará en contacto directo con la cuadrilla de soldadores.

### **Observación directa.**

La observación directa busca la obtención de información por medio de la visualización de las actividades y el procedimiento que se utiliza en la realización de las actividades

### **Cronometro**

El cronometro es un reloj cuya precisión ha sido comprobada y certificada por algún instituto o centro de control de precisión.

### **Microsoft Excel.**

Excel es un instrumento computacional, utilizado para elaborar hojas de cálculos, especialmente diseñado para la construcción de tablas y gráficas.

### **Internet.**

Se utilizará para obtener parte de la documentación bibliográfica referente a la soldadura, tipo de electrodos empleados, estudio de tiempo, entre otros.

### **Consultas Bibliográficas**

Para el desarrollo de este estudio de investigación serán empleados textos de consulta, que rigen enfoques prácticos para planeación y control de producción.

#### 4.4 Materiales y equipos a utilizar

##### Recursos Humanos:

- Tutor Industrial.
- Tutor Académico.
- Personal del área de Planificación y Control.
- Personal del área de Producción.
- Personal que realiza las actividades de soldadura y armado.

##### Recursos Físicos:

- Papel.
- Lápices y Bolígrafos.
- Cronómetros.
- Computadora.
- Pen Drive.
- Impresora.

#### 4.5 Procedimiento metodológico

El procedimiento que se siguió para la realización de esta investigación consta de los siguientes pasos:

1. Se observó, analizó y consulto a detalle cada una de las actividades desempeñadas por los trabajadores de soldadura, tomando nota de las descripciones.
2. Se realizaron entrevistas no estructuradas al personal de soldadura, armado y jefes de cada departamento, para recibir información y sugerencias sobre las tareas realizadas.

3. Se estudió el método actual de trabajo que emplea la compañía en el departamento de Planificación y Control, para el área de soldadura.
4. Se realizaron las observaciones y tomas de tiempo al personal del área de soldadura y armado.
5. Se calculó el tiempo promedio seleccionado de la actividad en estudio.
6. Se aplicó el procedimiento estadístico para determinar la confiabilidad del tamaño de la muestra.
7. Se calificó al operario mediante el método Westinghouse para hallar el Cv.
8. Se calculó el Tiempo Normal.
9. Se asignó las tolerancias correspondientes.
10. Se normalizaron las Tolerancias.
11. Se calculó el Tiempo Estándar para el proceso de soldadura.
12. Se analizó la información recogida y se comparará con los tiempos de producción preestablecidos por el área de Planificación y Control, con la finalidad de establecer las mejoras para desarrollar las recomendaciones en busca de la optimización del proceso.
13. Se desarrollaron las posibles oportunidades de mejoras para la minimización de los tiempos de realización de las actividades del personal de soldadura.

## CAPÍTULO V

### SITUACIÓN ACTUAL

El siguiente capítulo comprende la descripción de la situación actual del Área de soldadura y armado, de la Corporación C.M.I. Guayana, C.A., se realizó un análisis detallado del proceso de soldadura realizado a bridas de diferentes pulgadas a ser unidas en recipientes a presión, se realizaron toma de tiempos y observaciones directa para así poder obtener el tiempo estándar de dicho proceso.

#### 5.1 Diagnóstico

Luego de realizar diversas entrevistas a los jefes de soldadores y de patrulla, para recopilar información necesaria para llevar a cabo la investigación, se determinó que las actividades que dan vida en esta área requieren de un estudio de tiempo que establezca el tiempo estándar para la realización del proceso de soldadura, y la utilización adecuada de herramientas y equipos, esto para establecer mejoras que en un futuro servirán al departamento de Planificación y Control.

Los siguientes subprocesos son los que conforman el proceso de soldadura: soldar, esmerilar, torchar, cortar y pruebas por parte del departamento de control de calidad, lo que representa posibles pérdidas en la producción si no son llevados a cabo con exactitud, debido a la importancia que estos asumen, además de ocasionar riesgos significativos para el material.

Este proceso no cuenta con un tiempo estandarizado de producción, ni se guía por un patrón o límite de tiempo. Para llevarse a cabo se cumplen las con las Normas ASME, las secciones 2.1 (a, b, c), 5, 8 y 9, que establecen estándares de material, producción y calidad, y, en algunos casos, requerimientos específicos de los clientes.

La estandarización del tiempo de trabajo ayuda a disminuir un mal diseño del producto, un mal funcionamiento del proceso o un tiempo improductivo imputable a la dirección o a los trabajadores

De esta manera, se llevó a cabo la realización del estudio de tiempos para las actividades de soldadura de bridas.

## **5.2 Método de Trabajo Actual**

Corporación C.M.I. Guayana, C.A. actualmente se encuentra trabajando en el proyecto de producción de recipientes a presión para Amana-Carito, el cual cumple con un proceso productivo que debe cumplir con ciertos requerimientos. El proceso que se realiza para la unión de bridas al recipiente es el siguiente: el almacenista encargado recibe las bridas, electrodos y ruanas a ser utilizados, los almacena. Luego el encargado de armado selecciona las bridas y las ruanas, de acuerdo a la numeración que vayan a trabajar, la mismas son controladas y trasladadas al área de soldadura, donde se encuentra el recipiente donde irán unidas. El jefe de soldadura solicita al almacén los electrodos que serán utilizados, los selecciona y traslada al área de soldadura. El armador se encarga de fijar la brida al cuerpo. Luego el soldador procede a soldar, rellenar, la unión entre la brida y el recipiente, una vez terminado esmerila el relleno para que quede liso y sin impurezas. Culminado este procedimiento el encargado de armado fija la ruana en la posición idónea. El soldador rellena la unión entre la ruana

y el tanque, luego esmerila dicho relleno. Se procede a girar el tanque para que quede en posición contraria y se pueda trabajar la parte interna de la unión de la brida y el recipiente. El soldador comienza a torchar para luego cortar el excedente. Finalizado el trabajo se espera que enfrié el área para que el inspector de calidad aplique el líquido penetrante y realice las correcciones necesarias, una vez hecho esto, se procede a realizar la prueba neumática para así poder liberar el trabajo realizado en la unión de la brida con ruana al recipiente a presión.

### 5.3 Diagrama de Proceso Actual

**Diagrama:** Diagrama de Procesos.

**Proceso:** Unión de bridas a recipientes a presión

**Inicio:** Bridas, electrodo y ruanas almacenadas.

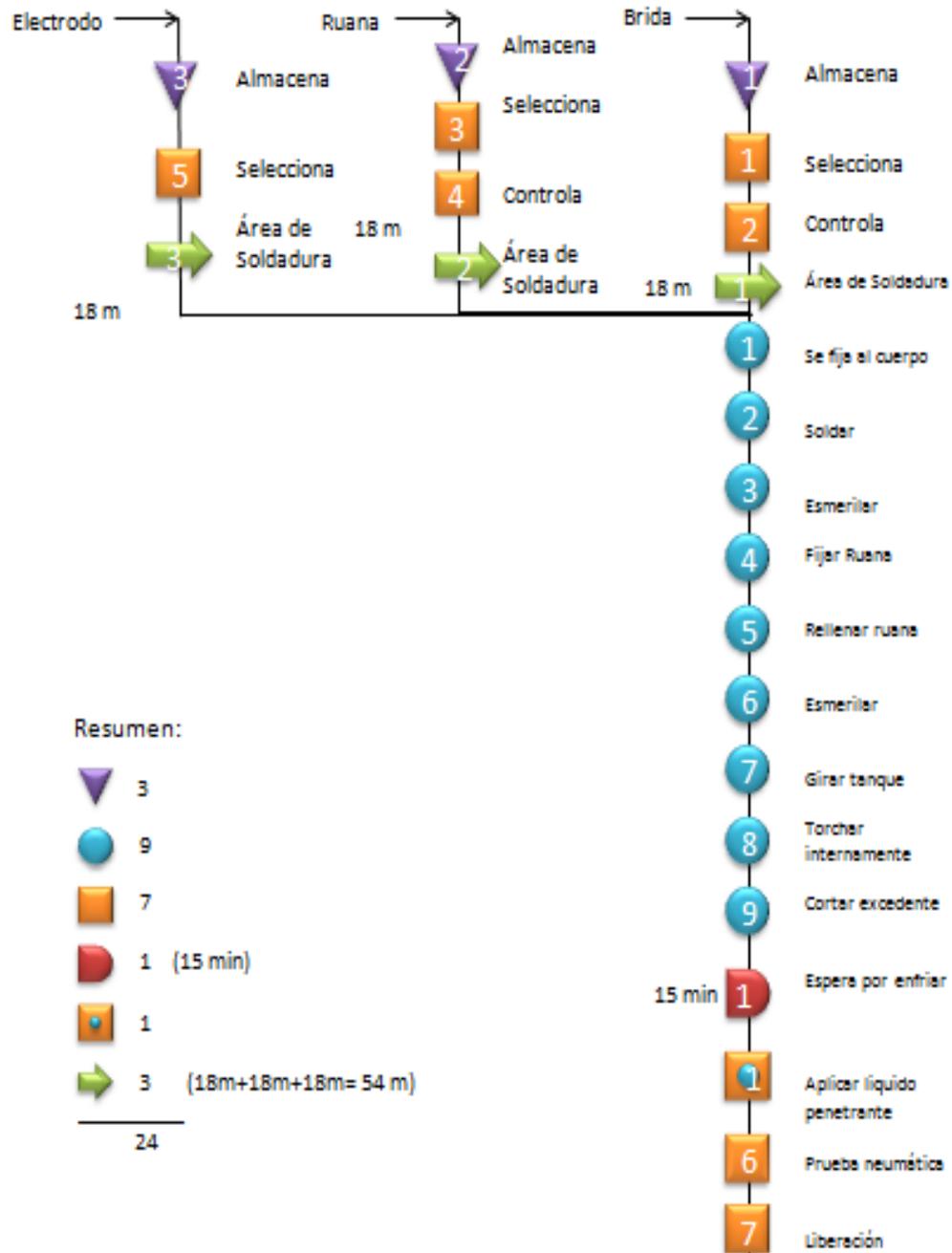
**Fin:** Bridas con ruana unidas a recipientes a presión.

**Seguimiento:** Material.

**Método:** Actual.

**Fecha:** 08/05/2015

**Figura 3. Diagrama de Proceso Actual de la Empresa para la Unión de Bridas con Ruana a Recipientes a Presión.**

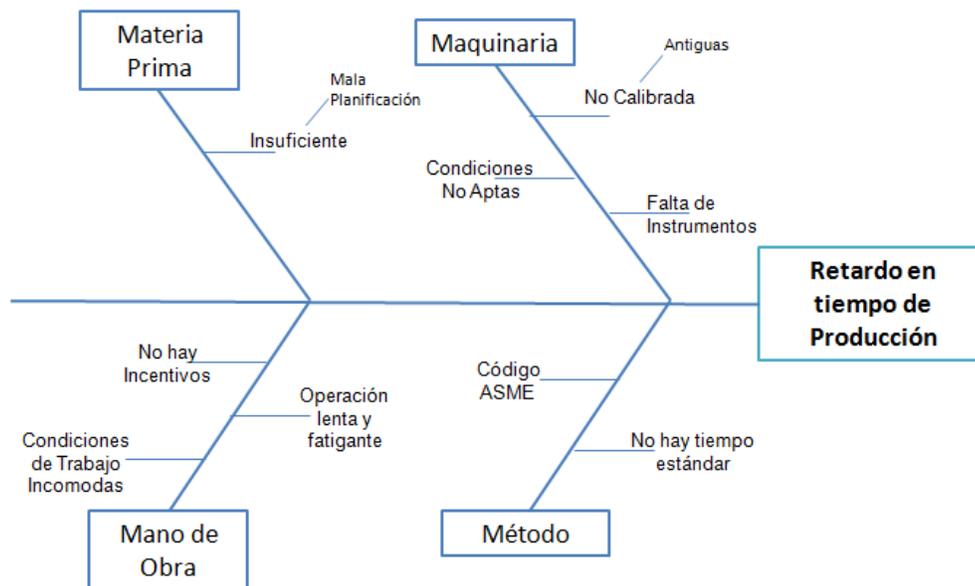


Fuente: Propia

### 5.1 Diagrama de causa y efecto de la situación actual del Proceso de Soldadura.

Se construyó un diagrama causa – efecto con el fin de determinar los factores que afectan el tiempo de producción e identificar los problemas relacionados con el mismo (ver Figura 4).

**Figura 4. Diagrama Causa-Efecto**



**Fuente: Propia**

Por medio del diagrama Causa-Efecto se puede observar los diferentes factores que afectan el tiempo de producción, generando retrasos, como lo son la mala planificación de los recursos e insumos, las condiciones

poco aptas para el personal obrero, la maquinaria en mal estado y, en ocasiones, son insuficientes.

Como resultado de la evaluación, se identificaron los aspectos que deben ser mejorados con la aplicación de mecanismos de control y acciones apropiadas a cada uno de ellos. A continuación se señalan estos aspectos para mejorar la producción en el área de soldadura de la Corporación CMI Guayana, C.A., con el objetivo principal de asegurar la culminación de los proyectos a tiempo y cumpliendo los estándares de calidad requeridos:

1. La falta de insumos, como los electrodos, indispensables para el proceso de soldadura, y de maquinaria se pueden solventar realizando una planificación, tomando en cuenta la cantidad de operarios, de bridas a soldar y de materiales que se van a emplear a la fecha y hora estipulada para este proceso.

2. Las condiciones de trabajo un tanto incómodo, pero algunos requeridos para dar cumplimiento al código ASME, y realizar una operación lenta y fatigante podría aumentar el tiempo de producción, para evitar esto se deberían mejorar las condiciones en el ambiente de trabajo.

3. Realizar el proceso guiándose por los pasos y requerimientos establecidos en el Código ASME garantiza el cumplimiento de los estándares de calidad, pero, el no saber el tiempo estándar que conlleva la realización de este proceso, puede generar retrasos en el tiempo de entrega estipulado, debido a que, quizás se realiza una planificación basándose en tiempos no determinados por un estudio.

## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS Y RESULTADOS

#### 6.1 Estudio de Tiempos

Para el estudio de tiempos, se elaboró un análisis al proceso de soldadura de bridas realizado por la **Corporación CMI Guayana C.A.**, con el propósito de identificar los elementos que intervienen en este proceso.

El estudio de tiempo, se llevó a cabo con el propósito de estandarizar la actividad de soldadura que se realiza en la empresa y las actividades que forman parte de las operaciones que en ella se efectúan, para cumplir con el servicio que busca el cliente. Se midió con el cronómetro cada una de las tareas que forman parte del proceso de soldadura, divididas de la siguiente manera:

1. Elemento 1
  - i) Fijar el tubo de la brida al cuerpo (tanque), realizada por un armador.
  - ii) Soldar-Rellenar.
  - iii) Esmerilar.
  
2. Elemento 2
  - i) Fijar ruana, realizado por un armador.
  - ii) Soldar-Rellenar ruana.
  - iii) Esmerilar.
  
3. Elemento 3
  - i) Girar el tanque
  - ii) Torchar internamente.

iii) Cortar excedente.

4. Elemento 4

- i) Aplicación de líquido penetrante.
- ii) Prueba neumática (solo las que llevan ruana).

Cada uno de los elementos y/o actividades fueron estudiados de manera individual ya que el proceso así lo permitió, de ésta forma, por simplicidad, el método escogido para realizar éste análisis fue el Método De Observación.

### **6.1.1 Determinación del Número de Observaciones a Tomar**

Para la realización de este proyecto de investigación se tomó un total de 10 observaciones, por medio del **Método de Regreso a Cero**, con la excepción de las bridas de 24” para las cuales solo se tomaron 3 muestras.

### **6.1.2 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 2” sin ruana**

A continuación se presenta el procedimiento realizado para calcular el Tiempo Estándar de la operación de soldadura en bridas de 2” sin ruana. Los datos recolectados durante el estudio de tiempos serán mostrados en la siguiente tabla: (ver Tabla 1)

**Tabla 1. Registro de datos de soldadura de Brida de 2" al cuerpo sin ruana**

		<b>CORPORACIÓN C.M.I. GUAYANA C.A.</b>										
<b>Empresa:</b> Corporación C.M.I. Guayana, C.A.						<b>Área:</b> Soldadura						
<b>Operación:</b> Soldadura de Brida de 2" al cuerpo sin ruana				<b>Departamento:</b> Planificación y Control de la Producción				<b>Fecha:</b> 19/05/2015				
<b>Preparado por:</b> Mariana Chacin Molina						<b>Hoja de trabajo:</b> 1-6						
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum T$	$\bar{T}(\text{min})$
<b>E-1</b>	15:08	15:32	16:24	14:57	15:04	15:36	14:29	15:44	15:30	16:37	155:01	15:30
<b>E-2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>E-3</b>	18:35	21:58	20:41	20:04	19:57	20:19	21:42	18:35	22:26	19:15	203:32	20:21
<b>E-4</b>	12:03	12:45	12:37	11:45	10:51	11:14	12:15	10:55	12:42	13:02	120:03	12:01
<b>Tiempo</b>	<b>45:46</b>	<b>50:15</b>	<b>49:42</b>	<b>46:46</b>	<b>45:52</b>	<b>47:09</b>	<b>48:26</b>	<b>45:14</b>	<b>50:38</b>	<b>48:54</b>	<b>478:42</b>	<b>47:52</b>
<b>Total</b>												

**Fuente: Propia**

### Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar si el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempo de la operación de soldadura de bridas se procede a llevar a cabo el procedimiento que se muestra a continuación.

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}; \quad TPS = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_{10}}{n}$$

$$TPS_{10} = (45:46 + 50:15 + 49:42 + 46:46 + 45:52 + 47:09 + 48:26 + 45:14 + 50:38 + 48:54)/10$$

$$TPS_{10} = 47.52min.$$

### Cálculo de la Desviación Estándar de la Muestra

Para el cálculo de la desviación estándar, se tomaron los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo (extraídos de la tabla de registro de datos). A continuación se muestran los valores tomados para ejecutar el procedimiento. (Ver Tabla 2)

**Tabla 2. Tiempo Total por muestra**

Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo Total (min)	45:46	50:15	49:42	46:46	45:52	47:09	48:26	45:14	50:38	48:54

Fuente: Propia

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{22409.14238 - \frac{223729.116964}{10}}{10-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{32.23069}{9}}$$

$$S = 2.01 \text{ min}$$

### Determinación de la Confiabilidad del Estudio

Para una muestra de  $n= 10$ , el coeficiente de confianza seleccionado en el estudio es  $c= 95\%$ , es decir:

$$c = 0.95$$

### Determinación el Tc

Para fijar el estadístico “Tc” se procede a calcular el nivel de significación ( $\alpha$ ) y el grado de libertad ( $\nu$ ) y con los valores que se obtengan remitirse a la Tabla T Student para una muestra de 10 observaciones.

$$c = 1 - \alpha \rightarrow \alpha = 1 - c \rightarrow \alpha = 1 - 0.95 ; \alpha = 0.05$$

$$\nu = n - 1 \rightarrow \nu = 10 - 1; \nu = 9$$

$$T_c = T_{\alpha; n-1} \rightarrow T_{0.05; 9} = 2.262$$

### Definición del intervalo de confianza I

$$LC = I = \bar{x} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}}$$

$$I_S = \bar{x} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 478.42 + \frac{2.262 * 2.01}{\sqrt{10}}$$

$$I_S = 479.86 \text{ min}$$

$$I_i = \bar{x} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 478.42 - \frac{2.262 * 2.01}{\sqrt{10}}$$

$$I_i = 476.98 \text{ min}$$

### Determinación del intervalo de la muestra $I_m$

$$I_m = \frac{2 * T_c * S}{\sqrt{n}}$$

$$I_m = \frac{2 * 2.262 * 2.01}{\sqrt{10}}$$

$$I_m = 2.88 \text{ min}$$

$$I_T = I_S - I_i = 479.86 - 476.98 \rightarrow I_T = 2.88 \text{ min}$$

### Criterio de decisión

$I_m \leq I$ , Se acepta  $n$

$I_m > I$ , Se rechaza  $n$

$\therefore$  se recalcula  $n$

$$2.88 = 2.88$$

Como  $I_m \leq I$ , se acepta el tamaño de la muestra, por lo que es innecesario realizar nuevas lecturas.

## Cálculo del Tiempo Estándar (TE)

Para este estudio se utilizó el Método Westinghouse ya que con ello se pudo evaluar la disposición por parte del operador a través de la observación directa midiendo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones en las que opera el trabajador y la consistencia del mismo.

❖ **Habilidad:** Este factor se encuentra en un nivel dominante debido a que el operario posee una trayectoria considerable en el campo, en consecuencia la experiencia adquirida a través de los años le permite ser ágil y rápido dentro del área.

❖ **Esfuerzo:** Hay que señalar que en el campo laboral éste posee la rapidez adecuada, eficiencia considerable y gran habilidad.

❖ **Condiciones:** Considerando el tipo de proceso que se está elaborando, se debe indicar que, aunque no son las más adecuadas, tampoco son las más lamentables.

❖ **Consistencia:** El operario goza de una estabilidad aceptable ya que el rendimiento es normal, entiéndase que el horario no incide en forma determinante en el desempeño del mismo.

Todo lo anterior se resume en una tabla, la categoría y el porcentaje de eficiencia del operario utilizando la tabla del Sistema Westinghouse la cual permitió determinar el factor de calificación (ver Tabla 3) para posteriormente obtener la Calificación de Velocidad.

**Tabla 3. Factor de Calificación.**

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	C1	Buena	+0.06
Esfuerzo	C1	Bueno	+0.05
Condiciones	F	Deficiente	-0.07
Consistencia	C	Buena	+0.01
<b>Factor de Calificación (c)</b>			<b>+0.05</b>

**Fuente: Propia**

$$Cv = 1 \pm c$$

$$Cv = 1 + 0.05$$

$$Cv = 1.05$$

La Calificación de Velocidad ( $Cv$ ) significa que como promedio el operario trabaja un 5% de eficiencia por encima del promedio normal, lo cual es positivo, debido fundamentalmente a los valores de la habilidad y el esfuerzo.

### **Cálculo del Tiempo Normal**

$$TN = TPS * Cv$$

$$TN = 47.52 * 1.05$$

$$TN = 49.896 \text{ min}$$

## Cálculo de la Jornada de Trabajo JT

El horario de trabajo de la empresa C.M.I. Guayana, C.A. es de 7:00am a 4:10pm, lo que significa que la jornada de trabajo es de 8.10 horas/día = 490 min/día continuas.

## Cálculo de Tolerancias por Fatiga y Necesidades Personales

A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga cuyos resultados estarán vaciados en la tabla de Hoja De Concesiones por fatiga (ver Tabla 5) y que por simplicidad más adelante se presenta en forma resumida. Definiciones operacionales de los factores de fatiga:

### a) Condiciones de trabajo

- Temperatura: El lugar donde se está realizando el estudio está a la Intemperie por lo tanto es un ambiente con circulación normal de aire con Aproximadamente  $29^{\circ} \leq T \leq 36^{\circ}$  grados Celsius.
- Condiciones Ambientales: Por la naturaleza del trabajo el medio se Presenta al aire libre con buena circulación de aire.
- Humedad: El ambiente es seco debido a que las condiciones de trabajo están sujetas a las condiciones climáticas, ya que éste se encuentra al aire libre.
- Nivel de ruido: Se labora dentro de un ambiente tranquilo con sonidos Intermitentes y ruidos molestos, son de naturaleza constante, los cuales son proporcionados por las actividades propias a la fabricación de las bridas y unión a los recipientes a presión; entre estos se encuentra en el área de limado, la esmeriladora.

- Iluminación: El ambiente posee luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo debido a que se labora en una jornada diurna; recuérdese que el lugar está al aire libre.

**b) Repetitividad**

- Duración del trabajo: La operación puede completarse en 50 minutos o menos.

- Repetición del ciclo: El ritmo de trabajo es de ocurrencia regular, siendo los movimientos, patrones que se ejecutan por lo menos 9 veces al día.

- Esfuerzo físico: El proceso se realiza de forma manual aplicando por lo menos entre el 30% y el 50% del tiempo para pesos entre 5 g. y 300 g.

- Esfuerzo mental o visual: Se presenta una atención mental y visual continua por ser un proceso repetitivo y por razones de calidad, el trabajador está atento al proceso ya que de ello depende el producto final (defectos que puedan presentarse).

**c) Posición De Trabajo**

Parado, sentado, moviéndose, altura del trabajo: la realización del trabajo está combinado con el estar parado, sentado y caminando.

Ya definido los factores de fatiga, se presenta a continuación de manera resumida los grados y puntos asignados a cada factor en la siguiente tabla: (ver tabla 4)

**Tabla 4. Tolerancia por Fatiga**

<b>Factor</b>	<b>Grado</b>	<b>Puntos</b>
Temperatura	3	15
Condiciones ambientales	1	5
Humedad	2	10
Nivel de ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración de trabajo	4	80
Repetición de ciclo	2	40
Esfuerzo físico	2	40
Esfuerzo mental o visual	4	50
Posición de trabajo	2	20
<b>Total de puntos</b>		<b>285</b>

**Fuente: Propia.**

Con los 285 puntos obtenidos y con una jornada de trabajo de 8.10 horas/día (490 min.) el valor de la fatiga se puede hallar a través de la tabla de concesiones por fatiga, teniendo así una clase D5 y un rango entre 283 y 289, con estos valores se intercepta la columna de la jornada de trabajo correspondiente a 8 horas al día y la clase ya obtenida por medio del rango deducido en la hoja de concesiones (25 puntos), suministrando un valor a la fatiga de 80 min.

#### **Determinación de tolerancias fijas**

- **Desayuno:** 15 min; no está establecido en el horario, pero generalmente se emplea al llegar mientras realizan la charla de seguridad industrial.
- **Almuerzo:** 60 min; está pautado de 11:30pm a 12:30pm, este se va a considerar en los cálculos debido a la jornada de trabajo continua.

- **Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI):** 15 min; en este tiempo es preparada el área de trabajo, colocando los materiales a utilizar en sus puestos correspondientes.
- **Tiempo de preparación al final (TPF):** 15 min; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo, guardando todos los materiales en sus puestos y para luego ser trasladado al almacén.
- **Necesidades personales:** La empresa, no tiene establecido un tiempo por concepto de necesidades personales; el trabajador puede realizarlas en cualquier momento durante la jornada de trabajo. Pero para efectos de este estudio, se estableció un tiempo de 20 minutos por concepto de necesidades personales.

**Tabla 5. Hoja de Concesiones por Fatiga**

	<b>HOJA DE CONCESIONES POR FATIGA</b>			NÚMERO	II - 001			
				VIGENCIA	N/A			
				FECHA	06/05/15			
CÓDIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: N/A			FECHA	EFFECTIVA x REEMPLAZADA			
ÁREA: Soldadura	GERENCIA O DIVISIÓN: Planificación y Control			PREPARADO POR: Mariana Chacin Molina				
PROYECTO: Estudio de Tiempo	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: Producción			REVISADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turnero				
PROCESO: Unión de brida 2" al cuerpo sin ruana	TÍTULO DEL CARGO: Soldador de 1era			APROBADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turnero				
FACTORES DE FATIGA		PUNTOS POR GRADO DE FACTORES						
		1er.	2do.	3er.	4to.			
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>								
1 TEMPERATURA	5	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	15	<input checked="" type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5	<input type="checkbox"/>	10	<input checked="" type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	20	<input checked="" type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>
5 ILUMINACIÓN	5	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>
<b>REPETITIVIDAD:</b>								
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	80	<input checked="" type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20	<input type="checkbox"/>	40	<input checked="" type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	80	<input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20	<input type="checkbox"/>	40	<input checked="" type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	80	<input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>POSICIÓN:</b>								
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10	<input type="checkbox"/>	20	<input checked="" type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS:		285						
CONCESIONES POR FATIGA (MINUTOS)		80						
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>								
TIEMPO PERSONAL:		20						
DEMORAS INEVITABLES:		105						
TOTAL CONCESIONES:		125						

Fuente: Propia

## Determinación de la jornada efectiva de trabajo JET

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente fórmula:

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$JET = JT - (Desayuno + Almuerzo + TPI + TPF)$$

$$JET = 490 - (15 + 60 + 15 + 15)$$

$$JET = 385min$$

## Normalización de Tolerancias

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow x$$

$$490 - (80 + 20) \rightarrow 80 + 20$$

$$49.986 \rightarrow x$$

$$x = \frac{TN * Fatiga + NP}{JET - (Fatiga + NP)}$$

$$x = \frac{49.986 * (80 + 20)}{385 - (80 + 20)}$$

$$x = 17.54 min$$

### Determinación del Tiempo Estándar:

$$TE = TPS * Cv + \sum Tol$$

$$TE = TN + \sum Tol$$

$$TE = 49.986 + 17.54$$

$$TE = 67.53 \text{ min}$$

---

## Análisis de los Resultados

Después de haber realizado el estudio de tiempo en la operación soldar, en bridas de 2", en la empresa C.M.I. Guayana, C.A., se adquirió los siguientes resultados:

- A través de las medidas de tiempo tomadas, se determinó que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 47.52 min.
- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de soldar es de 49.986 min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
- Se fijó tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, proporcionando como resultado tolerancias variables de 17.54 min.
- Se determinó para la actividad que realiza el empleado, en cuanto a la unión de bridas al cuerpo, el tiempo estándar obtenido fue de 67.53 min.

**6.1.3 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 3” con ruana:**

A continuación se presenta el procedimiento realizado para calcular el Tiempo Estándar de la operación de soldadura en bridas de 3” con ruana. Los datos recolectados durante el estudio de tiempos serán mostrados en la siguiente tabla: (ver Tabla 6)

**Tabla 6. Registro de datos por soldadura de brida de 3” con ruana al cuerpo.**

		<b>CORPORACIÓN C.M.I. GUAYANA C.A.</b>										
<b>Empresa:</b> Corporación C.M.I. Guayana, C.A.						<b>Área:</b> Soldadura						
<b>Operación:</b> Soldadura de Brida de 3” al cuerpo con ruana				<b>Departamento:</b> Planificación y Control de la Producción				<b>Fecha:</b> 19/05/2015				
<b>Preparado por:</b> Mariana Chacin Molina						<b>Hoja de trabajo:</b> 2-6						
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum T$	$\bar{T}$ (min)
<b>E-1</b>	32:24	31:56	30:17	28:43	32:04	29:54	29:02	28:56	31:48	28:59	304:03	30:24
<b>E-2</b>	42:03	45:28	40:33	41:10	43:51	42:39	44:43	40:09	39:57	41:26	421:59	42:12
<b>E-3</b>	29:42	30:55	28:26	31:04	29:47	32:25	31:17	28:57	27:42	29:39	726:02	29:59
<b>E-4</b>	16:47	15:52	16:32	17:03	16:22	16:41	15:27	16:55	18:02	15:20	165:01	16:30
<b>Tiempo Total</b>	<b>120:56</b>	<b>124:11</b>	<b>115:48</b>	<b>118:00</b>	<b>122:04</b>	<b>121:39</b>	<b>120:29</b>	<b>114:57</b>	<b>117:29</b>	<b>115:24</b>	<b>1190:57</b>	<b>119.06</b>

**Fuente: Propia.**

## Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar si el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempo de la operación de soldadura de bridas se procede a llevar a cabo el procedimiento que se muestra a continuación.

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}; \quad TPS = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_{10}}{n}$$

$$TPS_{10} = (120:56 + 124:11 + 115:48 + 118:00 + 122:04 + 121:39 + 120:29 + 114:57 + 117:29 + 115:24)/10$$

$$TPS_{10} = 119.06 \text{ min.}$$

## Cálculo de la Desviación Estándar de la Muestra

Para el cálculo de la desviación estándar, se tomaron los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo (extraídos de la tabla de registro de datos). A continuación se muestran los valores tomados para ejecutar el procedimiento. (Ver Tabla 7)

**Tabla 7: Tiempo Total por muestra**

Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo Total (min)	120:56	124:11	115:48	118:00	122:04	121:39	120:29	114:57	117:29	115:24

Fuente: Propia

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{140760.12605 - \frac{1406596.82369}{10}}{10 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{100.4437}{9}}$$

$$S = 3.34 \text{ min}$$

### Determinación de la Confiabilidad del Estudio

Para una muestra de  $n = 10$ , el coeficiente de confianza seleccionado en el estudio es  $c = 95\%$ , es decir:

$$c = 0.95$$

### Determinación el $T_c$

Para fijar el estadístico “ $T_c$ ” se procede a calcular el nivel de significación ( $\alpha$ ) y el grado de libertad ( $\nu$ ) y con los valores que se obtengan remitirse a la Tabla T Student para una muestra de 10 observaciones.

$$c = 1 - \alpha \rightarrow \alpha = 1 - c \rightarrow \alpha = 1 - 0.95 ; \alpha = 0.05$$

$$\nu = n - 1 \rightarrow \nu = 10 - 1 ; \nu = 9$$

$$T_c = T_{\alpha; n-1} \rightarrow T_{0.05; 9} = 2.262$$

## Definición del intervalo de confianza I

$$LC = I = \bar{x} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}}$$

$$I_S = \bar{x} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 1190.57 + \frac{2.262 * 3.34}{\sqrt{10}}$$

$$I_S = 1192.96 \text{ min}$$

$$I_i = \bar{x} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 1190.57 - \frac{2.262 * 3.34}{\sqrt{10}}$$

$$I_i = 1188.18 \text{ min}$$

## Determinación del intervalo de la muestra Im

$$Im = \frac{2 * T_c * S}{\sqrt{n}}$$

$$Im = \frac{2 * 2.262 * 3.34}{\sqrt{10}}$$

$$Im = 4.78 \text{ min}$$

$$I_T = I_S - I_i = 1192.96 - 1188.18 \rightarrow I_T = 4.78 \text{ min}$$

## Criterio de decisión

$Im \leq I$ , Se acepta n

$Im > I$ , Se rechaza n

$\therefore$  se recalcula n

$$4.78 \leq 4.78$$

Como  $l_m \leq l$ , se acepta el tamaño de la muestra, por lo que es innecesario realizar nuevas lecturas.

### **Cálculo del Tiempo Estándar (TE)**

Para este estudio se utilizó el Método Westinghouse ya que con ello se pudo evaluar la disposición por parte del operador a través de la observación directa midiendo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones en las que opera el trabajador y la consistencia del mismo.

❖ **Habilidad:** Este factor se encuentra en un nivel dominante debido a que el operario posee una trayectoria considerable en el campo, en consecuencia la experiencia adquirida a través de los años le permite ser ágil y rápido dentro del área.

❖ **Esfuerzo:** Hay que señalar que en el campo laboral éste posee la rapidez adecuada, eficiencia considerable y gran habilidad.

❖ **Condiciones:** Considerando el tipo de proceso que se está elaborando, se debe indicar que, aunque no son las más adecuadas, tampoco son las más lamentables.

❖ **Consistencia:** El operario goza de una estabilidad aceptable ya que el rendimiento es normal, entiéndase que el horario no incide en forma determinante en el desempeño del mismo.

Todo lo anterior se resume en una tabla, la categoría y el porcentaje de eficiencia del operario utilizando la tabla del Sistema Westinghouse la cual permitió determinar el factor de calificación (ver Tabla 8) para posteriormente obtener la Calificación de Velocidad.

**Tabla 8. Factor de Calificación.**

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	C1	Buena	+0.06
Esfuerzo	C1	Bueno	+0.05
Condiciones	F	Deficiente	-0.07
Consistencia	C	Buena	+0.01
<b>Factor de Calificación (c)</b>			<b>+0.05</b>

**Fuente: Propia**

$$Cv = 1 \pm c$$

$$Cv = 1 + 0.05$$

$$Cv = 1.05$$

La Calificación de Velocidad ( $Cv$ ) significa que como promedio el operario trabaja un 5% de eficiencia por encima del promedio normal, lo cual es positivo, debido fundamentalmente a los valores de la habilidad y el esfuerzo.

### **Cálculo del Tiempo Normal**

$$TN = TPS * Cv$$

$$TN = 119.06 * 1.05$$

$$TN = 125.013 \text{ min}$$

### **Cálculo de la Jornada de Trabajo JT**

El horario de trabajo de la empresa C.M.I. Guayana, C.A. es de 7:00am a 4:10pm, lo que significa que la jornada de trabajo es de 8.10 horas/día = 490 min/día continuas.

## Cálculo de Tolerancias por Fatiga y Necesidades Personales

A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga cuyos resultados estarán vaciados en la tabla de Hoja De Concesiones por fatiga (ver Tabla 10) y que por simplicidad más adelante se presenta en forma resumida.

### a) Condiciones de trabajo

- Temperatura: El lugar donde se está realizando el estudio está a la Intemperie por lo tanto es un ambiente con circulación normal de aire con Aproximadamente  $29^{\circ} \leq T \leq 36^{\circ}$  grados Celsius.
- Condiciones Ambientales: Por la naturaleza del trabajo el medio se Presenta al aire libre con buena circulación de aire.
- Humedad: El ambiente es seco debido a que las condiciones de trabajo están sujetas a las condiciones climáticas, ya que éste se encuentra al aire libre.
- Nivel de ruido: Se labora dentro de un ambiente tranquilo con sonidos Intermitentes y ruidos molestos, son de naturaleza constante, los cuales son proporcionados por las actividades propias a la fabricación de las bridas y unión a los recipientes a presión; entre estos se encuentra en el área de limado, la esmeriladora.
- Iluminación: El ambiente posee luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo debido a que se labora en una jornada diurna; recuérdese que el lugar está al aire libre.

## **b) Repetitividad**

- Duración del trabajo: La operación puede completarse en 125 minutos o menos.
- Repetición del ciclo: El ritmo de trabajo es de ocurrencia regular, siendo los movimientos, patrones que se ejecutan por lo menos 9 veces al día.
- Esfuerzo físico: El proceso se realiza de forma manual aplicando por lo menos entre el 30% y el 50% del tiempo para pesos entre 5 g. y 300 g.
- Esfuerzo mental o visual: Se presenta una atención mental y visual continua por ser un proceso repetitivo y por razones de calidad, el trabajador está atento al proceso ya que de ello depende el producto final (defectos que puedan presentarse).

## **c) Posición De Trabajo**

Parado, sentado, moviéndose, altura del trabajo: la realización del trabajo está combinado con el estar parado, sentado y caminando.

Ya definido los factores de fatiga, se presenta a continuación de manera resumida los grados y puntos asignados a cada factor en la siguiente tabla: (ver Tabla 9)

**Tabla 9. Tolerancia por Fatiga.**

<b>Factor</b>	<b>Grado</b>	<b>Puntos</b>
Temperatura	3	15
Condiciones ambientales	1	5
Humedad	2	10
Nivel de ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración de trabajo	4	80
Repetición de ciclo	2	40
Esfuerzo físico	2	40
Esfuerzo mental o visual	4	50
Posición de trabajo	2	20
<b>Total de puntos</b>		<b>285</b>

**Fuente: Propia.**

Con los 285 puntos obtenidos y con una jornada de trabajo de 8.10 horas/día (490 min.) el valor de la fatiga se puede hallar a través de la tabla de concesiones por fatiga, teniendo así una clase D5 y un rango entre 283 y 289, con estos valores se intercepta la columna de la jornada de trabajo correspondiente a 8 horas al día y la clase ya obtenida por medio del rango deducido en la hoja de concesiones (25 puntos), suministrando un valor a la fatiga de 80 min.

#### **Determinación de tolerancias fijas**

- **Desayuno:** 15 min; no está establecido en el horario, pero generalmente se emplea al llegar mientras realizan la charla de seguridad industrial.
- **Almuerzo:** 60 min; está pautado de 11:30pm a 12:30pm, este se va a considerar en los cálculos debido a la jornada de trabajo continua.

- **Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI):** 15 min; en este tiempo es preparada el área de trabajo, colocando los materiales a utilizar en sus puestos correspondientes.
- **Tiempo de preparación al final (TPF):** 15 min; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo, guardando todos los materiales en sus puestos y para luego ser trasladado al almacén.
- **Necesidades personales:** La empresa, no tiene establecido un tiempo por concepto de necesidades personales; el trabajador puede realizarlas en cualquier momento durante la jornada de trabajo. Pero para efectos de este estudio, se estableció un tiempo de 20 minutos por concepto de necesidades personales.

**Tabla 10. Hoja de Concesiones por Fatiga**

		<b>HOJA DE CONCESIONES POR FATIGA</b>		NÚMERO	II – 002			
				VIGENCIA	N/A			
				FECHA	06/05/15			
CÓDIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: N/A	FECHA	EFFECTIVA x REEMPLAZADA					
ÁREA: Soldadura	GERENCIA O DIVISIÓN: Planificación y Control	PREPARADO POR:	Mariana Chacin Molina					
PROYECTO: Estudio de Tiempo	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: Producción	REVISADO POR:	MSc. Ing. Iván J. Turmero					
PROCESO: Unión de brida 3" al cuerpo con ruana	TÍTULO DEL CARGO: Soldador de 1era	APROBADO POR:	MSc. Ing. Iván J. Turmero					
FACTORES DE FATIGA		PUNTOS POR GRADO DE FACTORES						
		1er.	2do.	3er.	4to.			
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>								
1 TEMPERATURA	5	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	15	<input checked="" type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5	<input type="checkbox"/>	10	<input checked="" type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	20	<input checked="" type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>
5 ILUMINACIÓN	5	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>
<b>REPETITIVIDAD:</b>								
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	80	<input checked="" type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20	<input type="checkbox"/>	40	<input checked="" type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	80	<input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20	<input type="checkbox"/>	40	<input checked="" type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	80	<input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>POSICIÓN:</b>								
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10	<input type="checkbox"/>	20	<input checked="" type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS:		285						
CONCESIONES POR FATIGA (MINUTOS)		80						
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>								
TIEMPO PERSONAL:		20						
DEMORAS INEVITABLES:		105						
TOTAL CONCESIONES:		125						

**Fuente: Propia**

## Determinación de la jornada efectiva de trabajo JET

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente fórmula:

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$JET = JT - (Desayuno + Almuerzo + TPI + TPF)$$

$$JET = 490 - (15 + 60 + 15 + 15)$$

$$JET = 385min$$

## Normalización de Tolerancias

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow x$$

$$490 - (80 + 20) \rightarrow 80 + 20$$

$$125.013 \rightarrow x$$

$$x = \frac{TN * Fatiga + NP}{JET - (Fatiga + NP)}$$

$$x = \frac{125.013 * (80 + 20)}{385 - (80 + 20)}$$

$$x = 43.86 min$$

### Determinación del Tiempo Estándar:

$$TE = TPS * Cv + \sum Tol$$

$$TE = TN + \sum Tol$$

$$TE = 125.013 + 43.86$$

$$TE = 168.87 \text{ min}$$

## Análisis de los Resultados

Después de haber realizado el estudio de tiempo en la brida de 3", en la operación soldar, en la empresa C.M.I. Guayana, C.A., se adquirió los siguientes resultados:

- A través de las medidas de tiempo tomadas, se determinó que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 119.06 min.
- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de soldar es de 125.013 min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
- Se fijó tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, proporcionando como resultado tolerancias variables de 43.86 min.
- Se determinó para la actividad que realiza el empleado, en cuanto a la unión de bridas al cuerpo, el tiempo estándar obtenido fue de 168.87 min.

#### 6.1.4 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 4” con ruana.

A continuación se presenta el procedimiento realizado para calcular el Tiempo Estándar de la operación de soldadura en bridas de 4” con ruana. Los datos recolectados durante el estudio de tiempos serán mostrados en la siguiente tabla: (ver Tabla 11)

**Tabla 11. Registro de datos de soldadura de Brida de 4” al cuerpo con ruana**

		<b>CORPORACIÓN C.M.I. GUAYANA C.A.</b>										
<b>Empresa:</b> Corporación C.M.I. Guayana, C.A.							<b>Área:</b> Soldadura					
<b>Operación:</b> Soldadura de Brida de 4” al cuerpo con ruana				<b>Departamento:</b> Planificación y Control de la Producción				<b>Fecha:</b> 08/05/2015				
<b>Preparado por:</b> Mariana Chacin Molina							<b>Hoja de trabajo:</b> 3-6					
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum T$	$\bar{T}(\text{min})$
<b>E-1</b>	49:58	50:03	52:59	49:35	52:43	48:51	50:11	48:55	51:26	49:54	504:35	50:28
<b>E-2</b>	79:42	85:16	82:37	83:02	83:24	82:10	83:57	83:16	83:41	84:05	831:10	83:07
<b>E-3</b>	29:50	29:03	29:27	28:44	29:39	26:40	29:21	28:16	28:11	29:09	288:20	28:50
<b>E-4</b>	17:26	15:10	15:23	16:54	15:05	17:08	16:21	16:35	15:48	18:57	164:47	16:29
<b>Tiempo Total</b>	<b>176:56</b>	<b>179:32</b>	<b>180:26</b>	<b>178:15</b>	<b>180:51</b>	<b>174:49</b>	<b>179:50</b>	<b>177:02</b>	<b>179:06</b>	<b>182:05</b>	<b>1788:52</b>	<b>178:53</b>

**Fuente: Propia**

### Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar si el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempo de la operación de soldadura de bridas se procede a llevar a cabo el procedimiento que se muestra a continuación.

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T}{n}; \quad TPS = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_{10}}{n}$$

$$TPS_{10} = (176:56 + 179:32 + 180:26 + 178:15 + 180:51 + 174:49 + 179:50 + 177:02 + 179:06 + 182:05)/10$$

$$TPS_{10} = 178.53min.$$

### Cálculo de la Desviación Estándar de la Muestra

Para el cálculo de la desviación estándar, se tomaron los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo (extraídos de la tabla de registro de datos). A continuación se muestran los valores tomados para ejecutar el procedimiento. (Ver Tabla 12)

**Tabla 12. Tiempo Total por muestra**

Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo Total (min)	176:56	179:32	180:26	178:15	180:51	174:49	179:50	177:02	179:06	182:05

Fuente: Propia

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{318312.12628 - \frac{3182656.85264}{10}}{10 - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{46.441}{9}}$$

$$S = 2.27 \text{ min}$$

### Determinación de la Confiabilidad del Estudio

Para una muestra de  $n = 10$ , el coeficiente de confianza seleccionado en el estudio es  $c = 95\%$ , es decir:

$$c = 0.95$$

### Determinación el $T_c$

Para fijar el estadístico " $T_c$ " se procede a calcular el nivel de significación ( $\alpha$ ) y el grado de libertad ( $\nu$ ) y con los valores que se obtengan remitirse a la Tabla T Student para una muestra de 10 observaciones.

$$c = 1 - \alpha \rightarrow \alpha = 1 - c \rightarrow \alpha = 1 - 0.95 ; \alpha = 0.05$$

$$\nu = n - 1 \rightarrow \nu = 10 - 1 ; \nu = 9$$

$$T_c = T_{\alpha; n-1} \rightarrow T_{0.05; 9} = 2.262$$

### Definición del intervalo de confianza I

$$LC = I = \bar{x} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}}$$

$$I_S = \bar{x} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} = 1788.52 + \frac{2.262 * 2.27}{\sqrt{10}}$$

$$I_S = 1790.14 \text{ min}$$

$$I_i = \bar{x} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} = 1788.52 - \frac{2.262 * 2.27}{\sqrt{10}}$$

$$I_i = 1786.89 \text{ min}$$

### Determinación del intervalo de la muestra Im

$$Im = \frac{2 * Tc * S}{\sqrt{n}}$$

$$Im = \frac{2 * 2.262 * 2.27}{\sqrt{10}}$$

$$Im = 3.24 \text{ min}$$

$$I_T = I_S - I_i = 1790.14 - 1786.89 \rightarrow I_T = 3.25 \text{ min}$$

### Criterio de decisión

$Im \leq I$ , Se acepta n

$Im > I$ , Se rechaza n

$\therefore$  se recalcula n

$$3.24 \leq 3.25$$

Como  $l_m \leq l$ , se acepta el tamaño de la muestra, por lo que es innecesario realizar nuevas lecturas.

### **Cálculo del Tiempo Estándar (TE)**

Para este estudio se utilizó el Método Westinghouse ya que con ello se pudo evaluar la disposición por parte del operador a través de la observación directa midiendo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones en las que opera el trabajador y la consistencia del mismo.

- ❖ **Habilidad:** Este factor se encuentra en un nivel dominante debido a que el operario posee una trayectoria considerable en el campo, en consecuencia la experiencia adquirida a través de los años le permite ser ágil y rápido dentro del área.
- ❖ **Esfuerzo:** Hay que señalar que en el campo laboral éste posee la rapidez adecuada, eficiencia considerable y gran habilidad.
- ❖ **Condiciones:** Considerando el tipo de proceso que se está elaborando, se debe indicar que, aunque no son las más adecuadas, tampoco son las más lamentables.
- ❖ **Consistencia:** El operario goza de una estabilidad aceptable ya que el rendimiento es normal, entiéndase que el horario no incide en forma determinante en el desempeño del mismo.

Todo lo anterior se resume en una tabla, la categoría y el porcentaje de eficiencia del operario utilizando la tabla del Sistema Westinghouse la cual permitió determinar el factor de calificación (ver Tabla 13) para posteriormente obtener la Calificación de Velocidad.

**Tabla 13. Factor de Calificación.**

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	C1	Buena	+0.06
Esfuerzo	C1	Bueno	+0.05
Condiciones	F	Deficiente	-0.07
Consistencia	C	Buena	+0.01
<b>Factor de Calificación (c)</b>			<b>+0.05</b>

**Fuente: Propia**

$$Cv = 1 \pm c$$

$$Cv = 1 + 0.05$$

$$Cv = 1.05$$

La Calificación de Velocidad ( $Cv$ ) significa que como promedio el operario trabaja un 5% de eficiencia por encima del promedio normal, lo cual es positivo, debido fundamentalmente a los valores de la habilidad y el esfuerzo.

### **Cálculo del Tiempo Normal**

$$TN = TPS * Cv$$

$$TN = 178.53 * 1.05$$

$$TN = 187.456 \text{ min}$$

## Cálculo de la Jornada de Trabajo JT

El horario de trabajo de la empresa C.M.I. Guayana, C.A. es de 7:00am a 4:10pm, lo que significa que la jornada de trabajo es de 8.10 horas/día = 490 min/día continuas.

## Cálculo de Tolerancias por Fatiga y Necesidades Personales

A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga (ver Tabla 15) cuyos resultados estarán vaciados en la tabla de Hoja De Concesiones por fatiga y que por simplicidad más adelante se presenta en forma resumida. Definiciones operacionales de los factores de fatiga:

### a) Condiciones de trabajo

- Temperatura: El lugar donde se está realizando el estudio está a la Intemperie por lo tanto es un ambiente con circulación normal de aire con Aproximadamente  $29^{\circ} \leq T \leq 36^{\circ}$  grados Celsius.
- Condiciones Ambientales: Por la naturaleza del trabajo el medio se Presenta al aire libre con buena circulación de aire.
- Humedad: El ambiente es seco debido a que las condiciones de trabajo están sujetas a las condiciones climáticas, ya que éste se encuentra al aire libre.
- Nivel de ruido: Se labora dentro de un ambiente tranquilo con sonidos Intermitentes y ruidos molestos, son de naturaleza constante, los cuales son proporcionados por las actividades propias a la fabricación de las bridas y unión a los recipientes a presión; entre estos se encuentra en el área de limado, la esmeriladora.

- Iluminación: El ambiente posee luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo debido a que se labora en una jornada diurna; recuérdese que el lugar está al aire libre.

**b) Repetitividad**

- Duración del trabajo: La operación puede completarse en 179 minutos o menos.

- Repetición del ciclo: El ritmo de trabajo es de ocurrencia regular, siendo los movimientos, patrones que se ejecutan por lo menos 9 veces al día.

- Esfuerzo físico: El proceso se realiza de forma manual aplicando por lo menos entre el 30% y el 50% del tiempo para pesos entre 5 g. y 300 g.

- Esfuerzo mental o visual: Se presenta una atención mental y visual continua por ser un proceso repetitivo y por razones de calidad, el trabajador está atento al proceso ya que de ello depende el producto final (defectos que puedan presentarse).

**c) Posición De Trabajo**

Parado, sentado, moviéndose, altura del trabajo: la realización del trabajo está combinado con el estar parado, sentado y caminando.

Ya definido los factores de fatiga, se presenta a continuación de manera resumida los grados y puntos asignados a cada factor en la siguiente tabla: (ver Tabla 14)

**Tabla 14. Tolerancia por Fatiga.**

<b>Factor</b>	<b>Grado</b>	<b>Puntos</b>
Temperatura	3	15
Condiciones ambientales	1	5
Humedad	2	10
Nivel de ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración de trabajo	4	80
Repetición de ciclo	2	40
Esfuerzo físico	2	40
Esfuerzo mental o visual	4	50
Posición de trabajo	2	20
<b>Total de puntos</b>		<b>285</b>

**Fuente: Propia.**

Con los 285 puntos obtenidos y con una jornada de trabajo de 8.10 horas/día (490 min.) el valor de la fatiga se puede hallar a través de la tabla de concesiones por fatiga, teniendo así una clase D5 y un rango entre 283 y 289, con estos valores se intercepta la columna de la jornada de trabajo correspondiente a 8 horas al día y la clase ya obtenida por medio del rango deducido en la hoja de concesiones (25 puntos), suministrando un valor a la fatiga de 80 min.

#### **Determinación de tolerancias fijas**

- **Desayuno:** 15 min; no está establecido en el horario, pero generalmente se emplea al llegar mientras realizan la charla de seguridad industrial.
- **Almuerzo:** 60 min; está pautado de 11:30pm a 12:30pm, este se va a considerar en los cálculos debido a la jornada de trabajo continua.

- **Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI):** 15 min; en este tiempo es preparada el área de trabajo, colocando los materiales a utilizar en sus puestos correspondientes.
- **Tiempo de preparación al final (TPF):** 15 min; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo, guardando todos los materiales en sus puestos y para luego ser trasladado al almacén.
- **Necesidades personales:** La empresa, no tiene establecido un tiempo por concepto de necesidades personales; el trabajador puede realizarlas en cualquier momento durante la jornada de trabajo. Pero para efectos de este estudio, se estableció un tiempo de 20 minutos por concepto de necesidades personales.

**Tabla 15. Hoja de Concesiones por Fatiga**

	<b>HOJA DE CONCESIONES POR FATIGA</b>				NÚMERO	II - 003
					VIGENCIA	N/A
					FECHA	06/05/15
CÓDIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: N/A	FECHA	EFFECTIVA <input checked="" type="checkbox"/> REEMPLAZADA			
ÁREA: Soldadura	GERENCIA O DIVISIÓN: Planificación y Control	PREPARADO POR: Mariana Chacin Molina				
PROYECTO: Estudio de Tiempo	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: Producción	REVISADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero				
PROCESO: Unión de brida 4" al cuerpo con ruana	TÍTULO DEL CARGO: Soldador de 1era	APROBADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero				
<b>PUNTOS POR GRADO DE FACTORES</b>						
<b>FACTORES DE FATIGA</b>	<b>1er.</b>	<b>2do.</b>	<b>3er.</b>	<b>4to.</b>		
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>						
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>		
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>		
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>		
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>		
5 ILUMINACIÓN	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>		
<b>REPETITIVIDAD:</b>						
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input checked="" type="checkbox"/>		
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>		
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>		
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>POSICIÓN:</b>						
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>		
TOTAL PUNTOS: <u>285</u>						
CONCESIONES POR FATIGA <u>80</u> (MINUTOS)						
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>						
TIEMPO PERSONAL: <u>20</u>						
DEMORAS INEVITABLES: <u>105</u>						
TOTAL CONCESIONES: <u>125</u>						

**Fuente: Propia**

## Determinación de la jornada efectiva de trabajo JET

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente fórmula:

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$JET = JT - (Desayuno + Almuerzo + TPI + TPF)$$

$$JET = 490 - (15 + 60 + 15 + 15)$$

$$JET = 385min$$

## Normalización de Tolerancias

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow x$$

$$490 - (80 + 20) \rightarrow 80 + 20$$

$$187.456 \rightarrow x$$

$$x = \frac{TN * Fatiga + NP}{JET - (Fatiga + NP)}$$

$$x = \frac{187.456 * (80 + 20)}{385 - (80 + 20)}$$

$$x = 65.77 min$$

### Determinación del Tiempo Estándar:

$$TE = TPS * Cv + \sum Tol$$

$$TE = TN + \sum Tol$$

$$TE = 187.456 + 65.77$$

$$TE = 253.23 \text{ min}$$

---

## Análisis de los Resultados

Finalmente, después de haber realizado el estudio de tiempo, en la operación soldar en bridas de 4", en la empresa C.M.I. Guayana, C.A., se adquirió los siguientes resultados:

- A través de las medidas de tiempo tomadas, se determinó que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 178.53 min.
- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de soldar es de 187.456 min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
- Se fijó tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, proporcionando como resultado tolerancias variables de 65.77 min.
- Se determinó para la actividad que realiza el empleado, en cuanto a la unión de bridas al cuerpo, el tiempo estándar obtenido fue de 253.23 min.

**6.1.5 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 6” con ruana:**

A continuación se presenta el procedimiento realizado para calcular el Tiempo Estándar de la operación de soldadura en bridas de 6” sin ruana. Los datos recolectados durante el estudio de tiempos serán mostrados en la siguiente tabla: (ver Tabla 16)

**Tabla 16. Registro de datos de soldadura de Brida de 6” al cuerpo con ruana**

			<b>CORPORACIÓN C.M.I. GUAYANA C.A.</b>									
<b>Empresa:</b> Corporación C.M.I. Guayana, C.A.						<b>Área:</b> Soldadura						
<b>Operación:</b> Soldadura de Brida de 6” al cuerpo con ruana				<b>Departamento:</b> Planificación y Control de la Producción				<b>Fecha:</b> 19/05/2015				
<b>Preparado por:</b> Mariana Chacin Molina						<b>Hoja de trabajo:</b> 4-6						
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum T$	$\bar{T}(\text{min})$
<b>E-1</b>	49:58	50:03	52:59	49:35	52:43	48:51	50:11	48:55	51:26	49:54	504:35	50:27
<b>E-2</b>	99:05	105:46	100:52	103:27	105:00	102:54	100:06	102:31	98:47	104:15	1022:43	102:16
<b>E-3</b>	27:29	29:04	28:40	26:37	27:47	29:51	29:17	28:33	27:00	26:42	281:00	28:06
<b>E-4</b>	15:03	16:57	15:55	15:39	14:40	16:54	15:68	16:45	15:33	18:59	162:33	16:15
<b>Tiempo Total</b>	<b>191:35</b>	<b>201:50</b>	<b>198:26</b>	<b>195:18</b>	<b>200:10</b>	<b>198:30</b>	<b>195:42</b>	<b>196:44</b>	<b>192:46</b>	<b>199:50</b>	<b>1970:51</b>	<b>197:05</b>

Fuente: Propia

## Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar si el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempo de la operación de soldadura de bridas se procede a llevar a cabo el procedimiento que se muestra a continuación.

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}; \quad TPS = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_{10}}{n}$$

$$TPS_{10} = (191:35 + 201:50 + 198:26 + 195:18 + 200:10 + 198:30 + 195:42 + 196:44 + 192:46 + 199:50)/10$$

$$TPS_{10} = 197.05min.$$

## Cálculo de la Desviación Estándar de la Muestra

Para el cálculo de la desviación estándar, se tomaron los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo (extraídos de la tabla de registro de datos). A continuación se muestran los valores tomados para ejecutar el procedimiento. (Ver Tabla 17)

**Tabla 17. Tiempo Total por muestra**

Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo Total (min)	191:35	201:50	198:26	195:18	200:10	198:30	195:42	196:44	192:46	199:50

Fuente: Propia

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{386221.14041 - \frac{3861225.123201}{10}}{10-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{98.6281}{9}}$$

$$S = 3.31 \text{ min}$$

### Determinación de la Confiabilidad del Estudio

Para una muestra de  $n= 10$ , el coeficiente de confianza seleccionado en el estudio es  $c= 95\%$ , es decir:

$$c = 0.95$$

### Determinación el Tc

Para fijar el estadístico “Tc” se procede a calcular el nivel de significación ( $\alpha$ ) y el grado de libertad ( $\nu$ ) y con los valores que se obtengan remitirse a la Tabla T Student para una muestra de 10 observaciones.

$$c = 1 - \alpha \rightarrow \alpha = 1 - c \rightarrow \alpha = 1 - 0.95 ; \alpha = 0.05$$

$$\nu = n - 1 \rightarrow \nu = 10 - 1; \nu = 9$$

$$T_c = T_{\alpha; n-1} \rightarrow T_{0.05; 9} = 2.262$$

### Definición del intervalo de confianza I

$$LC = I = \bar{x} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}}$$

$$I_S = \bar{x} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 1970.51 + \frac{2.262 * 3.31}{\sqrt{10}}$$

$$I_S = 1972.88 \text{ min}$$

$$I_i = \bar{x} \pm \frac{T_c * S}{\sqrt{n}} = 1970.51 - \frac{2.262 * 3.31}{\sqrt{10}}$$

$$I_i = 1968.14 \text{ min}$$

### Determinación del intervalo de la muestra $I_m$

$$I_m = \frac{2 * T_c * S}{\sqrt{n}}$$

$$I_m = \frac{2 * 2.262 * 3.31}{\sqrt{10}}$$

$$I_m = 4.74 \text{ min}$$

$$I_T = I_S - I_i = 1972.88 - 1968.14 \rightarrow I_T = 4.74 \text{ min}$$

### Criterio de decisión

$I_m \leq I$ , Se acepta  $n$

$I_m > I$ , Se rechaza  $n$

$\therefore$  se recalcula  $n$

$$4.74 \leq 4.74$$

Como  $I_m \leq I$ , se acepta el tamaño de la muestra, por lo que es innecesario realizar nuevas lecturas.

## Cálculo del Tiempo Estándar (TE)

Para este estudio se utilizó el Método Westinghouse ya que con ello se pudo evaluar la disposición por parte del operador a través de la observación directa midiendo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones en las que opera el trabajador y la consistencia del mismo.

❖ **Habilidad:** Este factor se encuentra en un nivel dominante debido a que el operario posee una trayectoria considerable en el campo, en consecuencia la experiencia adquirida a través de los años le permite ser ágil y rápido dentro del área.

❖ **Esfuerzo:** Hay que señalar que en el campo laboral éste posee la rapidez adecuada, eficiencia considerable y gran habilidad.

❖ **Condiciones:** Considerando el tipo de proceso que se está elaborando, se debe indicar que, aunque no son las más adecuadas, tampoco son las más lamentables.

❖ **Consistencia:** El operario goza de una estabilidad aceptable ya que el rendimiento es normal, entiéndase que el horario no incide en forma determinante en el desempeño del mismo.

Todo lo anterior se resume en una tabla, la categoría y el porcentaje de eficiencia del operario utilizando la tabla del Sistema Westinghouse la cual permitió determinar el factor de calificación (ver tabla 18) para posteriormente obtener la Calificación de Velocidad.

**Tabla 18. Factor de Calificación.**

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	C1	Buena	+0.06
Esfuerzo	C1	Bueno	+0.05
Condiciones	F	Deficiente	-0.07
Consistencia	C	Buena	+0.01
<b>Factor de Calificación (c)</b>			<b>+0.05</b>

**Fuente: Propia**

$$Cv = 1 \pm c$$

$$Cv = 1 + 0.05$$

$$Cv = 1.05$$

La Calificación de Velocidad ( $Cv$ ) significa que como promedio el operario trabaja un 5% de eficiencia por encima del promedio normal, lo cual es positivo, debido fundamentalmente a los valores de la habilidad y el esfuerzo.

### **Cálculo del Tiempo Normal**

$$TN = TPS * Cv$$

$$TN = 197.05 * 1.05$$

$$TN = 206.90 \text{ min}$$

## Cálculo de la Jornada de Trabajo JT

El horario de trabajo de la empresa C.M.I. Guayana, C.A. es de 7:00am a 4:10pm, lo que significa que la jornada de trabajo es de 8.10 horas/día = 490 min/día continuas.

## Cálculo de Tolerancias por Fatiga y Necesidades Personales

A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga cuyos resultados estarán vaciados en la tabla de Hoja De Concesiones por fatiga (ver Tabla 20) y que por simplicidad más adelante se presenta en forma resumida. Definiciones operacionales de los factores de fatiga:

### a) Condiciones de trabajo

- Temperatura: El lugar donde se está realizando el estudio está a la Intemperie por lo tanto es un ambiente con circulación normal de aire con Aproximadamente  $29^{\circ} \leq T \leq 36^{\circ}$  grados Celsius.
- Condiciones Ambientales: Por la naturaleza del trabajo el medio se Presenta al aire libre con buena circulación de aire.
- Humedad: El ambiente es seco debido a que las condiciones de trabajo están sujetas a las condiciones climáticas, ya que éste se encuentra al aire libre.
- Nivel de ruido: Se labora dentro de un ambiente tranquilo con sonidos Intermitentes y ruidos molestos, son de naturaleza constante, los cuales son proporcionados por las actividades propias a la fabricación de las bridas y unión a los recipientes a presión; entre estos se encuentra en el área de limado, la esmeriladora.

- Iluminación: El ambiente posee luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo debido a que se labora en una jornada diurna; recuérdese que el lugar está al aire libre.

**b) Repetitividad**

- Duración del trabajo: La operación puede completarse en 197 minutos o menos.

- Repetición del ciclo: El ritmo de trabajo es de ocurrencia regular, siendo los movimientos, patrones que se ejecutan por lo menos 9 veces al día.

- Esfuerzo físico: El proceso se realiza de forma manual aplicando por lo menos entre el 30% y el 50% del tiempo para pesos entre 5 g. y 300 g.

- Esfuerzo mental o visual: Se presenta una atención mental y visual continua por ser un proceso repetitivo y por razones de calidad, el trabajador está atento al proceso ya que de ello depende el producto final (defectos que puedan presentarse).

**c) Posición De Trabajo**

Parado, sentado, moviéndose, altura del trabajo: la realización del trabajo está combinado con el estar parado, sentado y caminando.

Ya definido los factores de fatiga, se presenta a continuación de manera resumida los grados y puntos asignados a cada factor en la siguiente tabla: (ver Tabla 19)

**Tabla 19. Tolerancia por Fatiga.**

<b>Factor</b>	<b>Grado</b>	<b>Puntos</b>
Temperatura	3	15
Condiciones ambientales	1	5
Humedad	2	10
Nivel de ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración de trabajo	4	80
Repetición de ciclo	2	40
Esfuerzo físico	2	40
Esfuerzo mental o visual	4	50
Posición de trabajo	2	20
<b>Total de puntos</b>		<b>285</b>

**Fuente: Propia.**

Con los 285 puntos obtenidos y con una jornada de trabajo de 8.10 horas/día (490 min.) el valor de la fatiga se puede hallar a través de la tabla de concesiones por fatiga, teniendo así una clase D5 y un rango entre 283 y 289, con estos valores se intercepta la columna de la jornada de trabajo correspondiente a 8 horas al día y la clase ya obtenida por medio del rango deducido en la hoja de concesiones (25 puntos), suministrando un valor a la fatiga de 80 min.

### **Determinación de tolerancias fijas**

- **Desayuno:** 15 min; no está establecido en el horario, pero generalmente se emplea al llegar mientras realizan la charla de seguridad industrial.
- **Almuerzo:** 60 min; está pautado de 11:30pm a 12:30pm, este se va a considerar en los cálculos debido a la jornada de trabajo continua.

- **Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI):** 15 min; en este tiempo es preparada el área de trabajo, colocando los materiales a utilizar en sus puestos correspondientes.
- **Tiempo de preparación al final (TPF):** 15 min; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo, guardando todos los materiales en sus puestos y para luego ser trasladado al almacén.
- **Necesidades personales:** La empresa, no tiene establecido un tiempo por concepto de necesidades personales; el trabajador puede realizarlas en cualquier momento durante la jornada de trabajo. Pero para efectos de este estudio, se estableció un tiempo de 20 minutos por concepto de necesidades personales.

**Tabla 20. Hoja de Concesiones por Fatiga**

	<b>HOJA DE CONCESIONES POR FATIGA</b>			NÚMERO	II – 004			
				VIGENCIA	N/A			
				FECHA	06/05/15			
CÓDIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: N/A			FECHA	EFFECTIVA x REEMPLAZADA			
ÁREA: Soldadura	GERENCIA O DIVISIÓN: Planificación y Control			PREPARADO POR: Mariana Chacin Molina				
PROYECTO: Estudio de Tiempo	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: Producción			REVISADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero				
PROCESO: Unión de brida 6" al cuerpo con ruana	TÍTULO DEL CARGO: Soldador de 1era			APROBADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero				
FACTORES DE FATIGA		PUNTOS POR GRADO DE FACTORES						
		1er.	2do.	3er.	4to.			
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>								
1 TEMPERATURA	5	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	15	<input checked="" type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5	<input type="checkbox"/>	10	<input checked="" type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5	<input type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	20	<input checked="" type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>
5 ILUMINACIÓN	5	<input checked="" type="checkbox"/>	10	<input type="checkbox"/>	15	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>
<b>REPETITIVIDAD:</b>								
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	80	<input checked="" type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20	<input type="checkbox"/>	40	<input checked="" type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	80	<input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20	<input type="checkbox"/>	40	<input checked="" type="checkbox"/>	60	<input type="checkbox"/>	80	<input type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10	<input type="checkbox"/>	20	<input type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	50	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>POSICIÓN:</b>								
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10	<input type="checkbox"/>	20	<input checked="" type="checkbox"/>	30	<input type="checkbox"/>	40	<input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS:		_____ 285 _____.						
CONCESIONES POR FATIGA (MINUTOS)		_____ 80 _____.						
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>								
TIEMPO PERSONAL:		_____ 20 _____.						
DEMORAS INEVITABLES:		_____ 105 _____.						
TOTAL CONCESIONES:		_____ 125 _____.						

**Fuente: Propia**

## Determinación de la jornada efectiva de trabajo JET

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente fórmula:

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$JET = JT - (Desayuno + Almuerzo + TPI + TPF)$$

$$JET = 490 - (15 + 60 + 15 + 15)$$

$$JET = 385min$$

## Normalización de Tolerancias

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow x$$

$$490 - (80 + 20) \rightarrow 80 + 20$$

$$206.90 \rightarrow x$$

$$x = \frac{TN * Fatiga + NP}{JET - (Fatiga + NP)}$$

$$x = \frac{206.90 * (80 + 20)}{385 - (80 + 20)}$$

$$x = 72.59 min$$

### Determinación del Tiempo Estándar:

$$TE = TPS * Cv + \sum Tol$$

$$TE = TN + \sum Tol$$

$$TE = 206.90 + 72.59$$

$$TE = 279.49 \text{ min}$$

---

## Análisis de los Resultados

Finalmente, después de haber realizado el estudio de tiempo, en la operación soldar en bridas de 6", en la empresa C.M.I. Guayana, C.A., se adquirió los siguientes resultados:

- A través de las medidas de tiempo tomadas, se determinó que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 197.05 min.
- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de soldar es de 206.90 min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
- Se fijó tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, proporcionando como resultado tolerancias variables de 72.59 min.
- Se determinó para la actividad que realiza el empleado, en cuanto a la unión de bridas al cuerpo, el tiempo estándar obtenido fue de 279.49 min.

**6.1.6 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 8” con ruana:**

A continuación se presenta el procedimiento realizado para calcular el Tiempo Estándar de la operación de soldadura en bridas de 2” sin ruana. Los datos recolectados durante el estudio de tiempos serán mostrados en la siguiente tabla: (ver Tabla 21)

**Tabla 21. Registro de datos de soldadura de Brida de 8” al cuerpo con ruana.**

			<b>CORPORACIÓN C.M.I. GUAYANA C.A.</b>									
<b>Empresa:</b> Corporación C.M.I. Guayana, C.A.						<b>Área:</b> Soldadura						
<b>Operación:</b> Soldadura de Brida de 8” al cuerpo con ruana				<b>Departamento:</b> Planificación y Control de la Producción				<b>Fecha:</b> 08/05/2015				
<b>Preparado por:</b> Mariana Chacin Molina						<b>Hoja de trabajo:</b> 5-6						
Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\sum T$	$\bar{T}(\text{min})$
<b>E-1</b>	56:06	55:50	57:35	54:54	58:21	56:22	60:02	55:12	57:57	56:49	569:08	56:54
<b>E-2</b>	2:04:03	2:12:21	2:38:43	2:02:57	2:16:15	2:26:39	2:12:52	2:23:57	2:05:08	2:18:27	22:41:22	2:16:08
<b>E-3</b>	43:25	45:42	40:39	44:06	42:34	46:21	45:55	47:19	40:05	45:53	437:299	44:12
<b>E-4</b>	17:52	12:34	15:48	14:05	16:30	15:21	16:35	13:45	14:32	15:32	147:334	15:15
<b>Tiempo Total</b>	<b>241:26</b>	<b>246:27</b>	<b>272:45</b>	<b>236:02</b>	<b>253:40</b>	<b>262:43</b>	<b>255:24</b>	<b>260:13</b>	<b>237:42</b>	<b>256:41</b>	<b>42:05:03</b>	<b>4:12:30</b>

**Fuente: Propia**

## Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar si el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempo de la operación de soldadura de bridas se procede a llevar a cabo el procedimiento que se muestra a continuación.

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}; \quad TPS = \frac{\sum_{i=1}^{10} T_{10}}{n}$$

$$TPS_{10} = (4:01:26 + 4:06:27 + 4:32:45 + 3:56:02 + 4:13:40 + 4:24:43 + 4:15:24 + 4:20:13 + 3:57:42 + 4:16:41)/10$$

$$TPS_{10} = 4:12:30hrs. = 252.30 \text{ min.}$$

## Cálculo de la Desviación Estándar de la Muestra

Para el cálculo de la desviación estándar, se tomaron los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo (extraídos de la tabla de registro de datos). La tabla siguiente muestra los valores tomados para ejecutar el procedimiento.

**Tabla 22. Tiempo Total por muestra**

Ciclos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tiempo Total (min)	241.26	246.27	272.45	236.02	253.40	264.43	255.24	260.13	237.42	256.41

Fuente: Propia

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{636312.11073 - \frac{6350400.91809}{10}}{10-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1272.0189}{9}}$$

$$S = 11.89 \text{ min}$$

### Determinación de la Confiabilidad del Estudio

Para una muestra de  $n= 10$ , el coeficiente de confianza seleccionado en el estudio es  $c= 95\%$ , es decir:

$$c = 0.95$$

### Determinación el $T_c$

Para fijar el estadístico “ $T_c$ ” se procede a calcular el nivel de significación ( $\alpha$ ) y el grado de libertad ( $\nu$ ) y con los valores que se obtengan remitirse a la Tabla T Student para una muestra de 10 observaciones.

$$c = 1 - \alpha \rightarrow \alpha = 1 - c \rightarrow \alpha = 1 - 0.95 ; \alpha = 0.05$$

$$\nu = n - 1 \rightarrow \nu = 10 - 1; \nu = 9$$

$$T_c = T_{\alpha;n-1} \rightarrow T_{0.05;9} = 2.262$$

### Definición del intervalo de confianza I

$$LC = I = \bar{x} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}}$$

$$I_S = \bar{x} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} = 2520.03 + \frac{2.262 * 11.89}{\sqrt{10}}$$

$$I_S = 2528.53 \text{ min}$$

$$I_i = \bar{x} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}} = 2520.03 - \frac{2.262 * 11.89}{\sqrt{10}}$$

$$I_i = 2511.52 \text{ min}$$

### Determinación del intervalo de la muestra Im

$$Im = \frac{2 * Tc * S}{\sqrt{n}}$$

$$Im = \frac{2 * 2.262 * 11.89}{\sqrt{10}}$$

$$Im = 17.01 \text{ min}$$

$$I_T = I_S - I_i = 2528.53 - 2511.52 \rightarrow I_T = 17.01 \text{ min}$$

### Criterio de decisión

$Im \leq I$ , Se acepta n

$Im > I$ , Se rechaza n

$\therefore$  se recalcula n

$$17.01 \leq 17.01$$

Como  $l_m \leq l$ , se acepta el tamaño de la muestra, por lo que es innecesario realizar nuevas lecturas.

### **Cálculo del Tiempo Estándar (TE)**

Para este estudio se utilizó el Método Westinghouse ya que con ello se pudo evaluar la disposición por parte del operador a través de la observación directa midiendo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones en las que opera el trabajador y la consistencia del mismo.

❖ **Habilidad:** Este factor se encuentra en un nivel dominante debido a que el operario posee una trayectoria considerable en el campo, en consecuencia la experiencia adquirida a través de los años le permite ser ágil y rápido dentro del área.

❖ **Esfuerzo:** Hay que señalar que en el campo laboral éste posee la rapidez adecuada, eficiencia considerable y gran habilidad.

❖ **Condiciones:** Considerando el tipo de proceso que se está elaborando, se debe indicar que, aunque no son las más adecuadas, tampoco son las más lamentables.

❖ **Consistencia:** El operario goza de una estabilidad aceptable ya que el rendimiento es normal, entiéndase que el horario no incide en forma determinante en el desempeño del mismo.

Todo lo anterior se resume en una tabla, la categoría y el porcentaje de eficiencia del operario utilizando la tabla del Sistema Westinghouse la cual permitió determinar el factor de calificación (ver Tabla 18) para posteriormente obtener la Calificación de Velocidad.

**Tabla 23. Factor de Calificación.**

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	C1	Buena	+0.06
Esfuerzo	C1	Buena	+0.05
Condiciones	F	Deficiente	-0.07
Consistencia	C	Buena	+0.01
<b>Factor de Calificación (c)</b>			<b>+0.05</b>

**Fuente: Propia**

$$Cv = 1 \pm c$$

$$Cv = 1 + 0.05$$

$$Cv = 1.05$$

La Calificación de Velocidad ( $Cv$ ) significa que como promedio el operario trabaja un 5% de eficiencia por encima del promedio normal, lo cual es positivo, debido fundamentalmente a los valores de la habilidad y el esfuerzo.

### **Cálculo del Tiempo Normal**

$$TN = TPS * Cv$$

$$TN = 252.30 * 1.05$$

$$TN = 264.915 \text{ min}$$

## Cálculo de la Jornada de Trabajo JT

El horario de trabajo de la empresa C.M.I. Guayana, C.A. es de 7:00am a 4:10pm, lo que significa que la jornada de trabajo es de 8.10 horas/día = 490 min/día continuas.

## Cálculo de Tolerancias por Fatiga y Necesidades Personales

A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga cuyos resultados estarán vaciados en la tabla de Hoja De Concesiones por fatiga (ver Tabla 20) y que por simplicidad más adelante se presenta en forma resumida. Definiciones operacionales de los factores de fatiga:

### a) Condiciones de trabajo

- Temperatura: El lugar donde se está realizando el estudio está a la Intemperie por lo tanto es un ambiente con circulación normal de aire con Aproximadamente  $29^{\circ} \leq T \leq 36^{\circ}$  grados Celsius.
- Condiciones Ambientales: Por la naturaleza del trabajo el medio se Presenta al aire libre con buena circulación de aire.
- Humedad: El ambiente es seco debido a que las condiciones de trabajo están sujetas a las condiciones climáticas, ya que éste se encuentra al aire libre.
- Nivel de ruido: Se labora dentro de un ambiente tranquilo con sonidos Intermitentes y ruidos molestos, son de naturaleza constante, los cuales son proporcionados por las actividades propias a la fabricación de las bridas y unión a los recipientes a presión; entre estos se encuentra en el área de limado, la esmeriladora.

- Iluminación: El ambiente posee luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo debido a que se labora en una jornada diurna; recuérdese que el lugar está al aire libre.

**b) Repetitividad**

- Duración del trabajo: la operación puede completarse en 4 horas o menos.

- Repetición del ciclo: el ritmo de trabajo es de ocurrencia regular, siendo los movimientos, patrones que se ejecutan por lo menos 9 veces al día.

- Esfuerzo físico: el proceso se realiza de forma manual aplicando por lo menos entre el 30% y el 50% del tiempo para pesos entre 5 g. y 300 g.

- Esfuerzo mental o visual: se presenta una atención mental y visual continua por ser un proceso repetitivo y por razones de calidad, el trabajador está atento al proceso ya que de ello depende el producto final (defectos que puedan presentarse).

**c) Posición De Trabajo**

Parado, sentado, moviéndose, altura del trabajo: la realización del trabajo está combinado con el estar parado, sentado y caminando.

Ya definido los factores de fatiga, se presenta a continuación de manera resumida los grados y puntos asignados a cada factor en la siguiente tabla: (ver Tabla 19)

**Tabla 24. Tolerancia por Fatiga.**

<b>Factor</b>	<b>Grado</b>	<b>Puntos</b>
Temperatura	3	15
Condiciones ambientales	1	5
Humedad	2	10
Nivel de ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración de trabajo	4	80
Repetición de ciclo	2	40
Esfuerzo físico	2	40
Esfuerzo mental o visual	4	50
Posición de trabajo	2	20
<b>Total de puntos</b>		<b>285</b>

**Fuente: Propia.**

Con los 285 puntos obtenidos y con una jornada de trabajo de 8.10 horas/día (490 min.) el valor de la fatiga se puede hallar a través de la tabla de concesiones por fatiga, teniendo así una clase D5 y un rango entre 283 y 289, con estos valores se intercepta la columna de la jornada de trabajo correspondiente a 8 horas al día y la clase ya obtenida por medio del rango deducido en la hoja de concesiones (25 puntos), suministrando un valor a la fatiga de 80 min.

#### **Determinación de tolerancias fijas**

- **Desayuno:** 15 min; no está establecido en el horario, pero generalmente se emplea al llegar mientras realizan la charla de seguridad industrial.
- **Almuerzo:** 60 min; está pautado de 11:30pm a 12:30pm, este se va a considerar en los cálculos debido a la jornada de trabajo continua.

- **Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI):** 15 min; en este tiempo es preparada el área de trabajo, colocando los materiales a utilizar en sus puestos correspondientes.
- **Tiempo de preparación al final (TPF):** 15 min; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo, guardando todos los materiales en sus puestos y para luego ser trasladado al almacén.
- **Necesidades personales:** La empresa, no tiene establecido un tiempo por concepto de necesidades personales; el trabajador puede realizarlas en cualquier momento durante la jornada de trabajo. Pero para efectos de este estudio, se estableció un tiempo de 20 minutos por concepto de necesidades personales.

**Tabla 20. Hoja de Concesiones por Fatiga**

	<b>HOJA DE CONCESIONES POR FATIGA</b>				NÚMERO	II - 005
					VIGENCIA	N/A
					FECHA	06/05/15
CÓDIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: N/A				FECHA	EFFECTIVA x REEMPLAZADA
ÁREA: Soldadura	GERENCIA O DIVISIÓN: Planificación y Control				PREPARADO POR: Mariana Chacin Molina	
PROYECTO: Estudio de Tiempo	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: Producción				REVISADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero	
PROCESO: Unión de brida 8" al cuerpo con ruana	TÍTULO DEL CARGO: Soldador de 1era				APROBADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero	
<b>PUNTOS POR GRADO DE FACTORES</b>						
<b>FACTORES DE FATIGA</b>	<b>1er.</b>	<b>2do.</b>	<b>3er.</b>	<b>4to.</b>		
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>						
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>		
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>		
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>		
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>		
5 ILUMINACIÓN	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>		
<b>REPETITIVIDAD:</b>						
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input checked="" type="checkbox"/>		
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>		
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>		
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>POSICIÓN:</b>						
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>		
TOTAL PUNTOS: <u>285</u>						
CONCESIONES POR FATIGA <u>80</u> (MINUTOS)						
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>						
TIEMPO PERSONAL: <u>20</u>						
DEMORAS INEVITABLES: <u>105</u>						
TOTAL CONCESIONES: <u>125</u>						

**Fuente: Propia**

## Determinación de la jornada efectiva de trabajo JET

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente fórmula:

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$JET = JT - (Desayuno + Almuerzo + TPI + TPF)$$

$$JET = 490 - (15 + 60 + 15 + 15)$$

$$JET = 385min$$

## Normalización de Tolerancias

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow x$$

$$490 - (80 + 20) \rightarrow 80 + 20$$

$$264.915 \rightarrow x$$

$$x = \frac{TN * Fatiga + NP}{JET - (Fatiga + NP)}$$

$$x = \frac{264.915 * (80 + 20)}{385 - (80 + 20)}$$

$$x = 92.95min$$

### Determinación del Tiempo Estándar:

$$TE = TPS * Cv + \sum Tol$$

$$TE = TN + \sum Tol$$

$$TE = 264.915 + 92.95$$

$$TE = 357.87 \text{ min}$$

## Análisis de los Resultados

Después de haber realizado el estudio de tiempo en la operación soldar, en bridas de 8", en la empresa C.M.I. Guayana, C.A., se adquirió los siguientes resultados:

- A través de las medidas de tiempo tomadas, se determinó que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 252.30 min.
- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de soldar es de 264.915 min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
- Se fijó tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, proporcionando como resultado tolerancias variables de 92.95 min.
- Se determinó para la actividad que realiza el empleado, en cuanto a la unión de bridas al cuerpo, el tiempo estándar obtenido fue de 357.87 min.

### 6.1.7 Estudio a bridas de 24” por el método General Electric

Para realizar el estudio de tiempos se midió con el cronómetro cada una de las tareas que forman parte del proceso de soldadura de bridas de 24”, las cuales fueron divididas de la siguiente manera:

Elementos:

1. Elemento 1

- i) Fijar el tubo de la brida al cuerpo (tanque), realizada por un armador.
- ii) Girar cabezal
- iii) Soldar-Rellenar interno.
- iv) Esmerilar, limpiar.

2. Elemento 2

- i) Girar cabezal
- ii) Soldar-Rellenar externo.
- iii) Esmerilar, limpiar.

3. Elemento 3

- i) Fijar ruana (realizado por un armador)
- ii) Soldar-Rellenar ruana.
- iii) Esmerilar.
- iv) Correcciones de control de calidad.

4. Elemento 4

- i) Girar cabezal
- ii) Cortar excedente
- iii) Torchar
- iv) Esmerilar

5. Elemento 5

- v) Aplicación de líquido penetrante y correcciones.
- vi) Prueba neumática.

### 6.1.7.1 Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Soldadura en bridas de 24” con ruana:

A continuación se presenta el procedimiento realizado para calcular el Tiempo Estándar de la operación de soldadura en bridas de 24” con ruana. Los datos recolectados durante el estudio de tiempos serán mostrados en la siguiente tabla: (ver Tabla 21)

**Tabla 26. Registro de datos por soldadura de brida de 24” al cabezal con ruana.**

		<b>CORPORACIÓN C.M.I. GUAYANA C.A.</b>				
<b>Empresa:</b> Corporación C.M.I. Guayana, C.A.			<b>Área:</b> Soldadura			
<b>Operación:</b> Soldadura de Brida de 24” al cabezal con ruana			<b>Departamento:</b> Planificación y Control de la Producción		<b>Fecha:</b> 08/05/2015	
<b>Preparado por:</b> Mariana Chacin Molina			<b>Hoja de trabajo:</b> 6-6			
Ciclo	1	2	3	$\sum T$	$\bar{T}$ (min)	
E-1	90:04	94:10	98:32	282:46	94:15	
E-2	55:43	49:35	52:51	158:09	52:43	
E-3	120:17	134:06	128:43	383:06	127:42	
E-4	114:35	117:09	140:37	372:21	124:07	
E-5	56:21	55:53	57:04	169:18	56:26	
<b>Tiempo Total</b>	<b>437:00</b>	<b>450:53</b>	<b>477:47</b>	<b>1365:00</b>	<b>455:13</b>	

Fuente: Propia

## Cálculo del Tiempo Estándar (TE)

Para este estudio se aplicó lo establecido en el Método General Electric, el cual indica que para ciclos con tiempo de duración mayor a 40 minutos, la muestra mínima aceptable es de 3. Esto fue debido a que, durante el tiempo de estadía en la planta solo realizaron la unión de 3 bridas de 24" con ruana a cabezales.

El tiempo tomado en cada uno de los ciclos de este proceso permitió que se pudiera utilizar este método de estudio, con el cual se pudo evaluar la disposición por parte del operador a través de la observación directa midiendo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones en las que opera el trabajador y la consistencia del mismo.

Debido al esfuerzo físico que requiere este proceso, fue realizado en pareja, es decir, por un soldador calificado y un ayudante.

## Determinación del tamaño de la muestra

Para determinar si el tamaño de la muestra es el apropiado para el estudio de tiempo de la operación de soldadura de bridas se procede a llevar a cabo el procedimiento que se muestra a continuación.

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}; \quad TPS = \frac{\sum_{I=1}^3 T_3}{n}$$

$$TPS_{10} = (437:00 + 450:53 + 477:47)/3$$

$$TPS_{10} = 455.00 \text{ min.}$$

## Cálculo de la Desviación Estándar de la Muestra

Para el cálculo de la desviación estándar, se tomaron los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo (extraídos de la tabla de registro de datos). La tabla siguiente muestra los valores tomados para ejecutar el procedimiento: (ver Tabla 22)

**Tabla 27. Tiempo Total por muestra**

Ciclos	1	2	3
Tiempo Total (min)	437:00	450:53	477:47

Fuente: Propia

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{n}}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{621923.8818 - \frac{1863225}{3}}{3-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{848.8818}{2}}$$

$$S = 20.60 \text{ min}$$

## Determinación de la Confiabilidad del Estudio

Para una muestra de  $n=3$ , el coeficiente de confianza seleccionado en el estudio es  $c=66.5\%$ , es decir:

$$c = 0.67$$

## Cálculo del Tiempo Estándar (TE)

Para este estudio se utilizó el Método Westinghouse ya que con ello se pudo evaluar la disposición por parte del operador a través de la observación directa midiendo la habilidad, el esfuerzo, las condiciones en las que opera el trabajador y la consistencia del mismo.

❖ **Habilidad:** Este factor se encuentra en un nivel dominante debido a que el operario posee una trayectoria considerable en el campo, en consecuencia la experiencia adquirida a través de los años le permite ser ágil y rápido dentro del área.

❖ **Esfuerzo:** Hay que señalar que en el campo laboral éste posee la rapidez adecuada, eficiencia considerable y gran habilidad.

❖ **Condiciones:** Considerando el tipo de proceso que se está elaborando, se debe indicar que, aunque no son las más adecuadas, tampoco son las más lamentables.

❖ **Consistencia:** El operario goza de una estabilidad aceptable ya que el rendimiento es normal, entiéndase que el horario no incide en forma determinante en el desempeño del mismo.

Todo lo anterior se resume en una tabla, la categoría y el porcentaje de eficiencia del operario utilizando la tabla del Sistema Westinghouse la cual permitió determinar el factor de calificación (ver Tabla 23) para posteriormente obtener la Calificación de Velocidad.

**Tabla 28. Factor de Calificación.**

Factor	Clase	Categoría	%
Habilidad	C1	Buena	+0.06
Esfuerzo	C1	Bueno	+0.05
Condiciones	F	Deficiente	-0.07
Consistencia	C	Buena	+0.01
<b>Factor de Calificación (c)</b>			<b>+0.05</b>

**Fuente: Propia**

$$Cv = 1 \pm c$$

$$Cv = 1 + 0.05$$

$$Cv = 1.05$$

La Calificación de Velocidad (Cv) significa que como promedio el operario trabaja un 5% de eficiencia por encima del promedio normal, lo cual es positivo, debido fundamentalmente a los valores de la habilidad y el esfuerzo.

### **Cálculo del Tiempo Normal**

$$TN = TPS * Cv$$

$$TN = 455.00 * 1.05$$

$$TN = 477.75min$$

## Cálculo de la Jornada de Trabajo JT

El horario de trabajo de la empresa C.M.I. Guayana, C.A. es de 7:00am a 4:10pm, lo que significa que la jornada de trabajo es de 8.10 horas/día = 490 min/día continuas.

## Cálculo de Tolerancias por Fatiga y Necesidades Personales

A continuación, se presenta la descripción del trabajo, realizando el enfoque hacia las características que definen las tolerancias por fatiga cuyos resultados estarán vaciados en la tabla de Hoja De Concesiones por fatiga (ver Tabla 25) y que por simplicidad más adelante se presenta en forma resumida. Definiciones operacionales de los factores de fatiga:

### a) Condiciones de trabajo

- Temperatura: El lugar donde se está realizando el estudio está a la Intemperie por lo tanto es un ambiente con circulación normal de aire con Aproximadamente  $29^{\circ} \leq T \leq 36^{\circ}$  grados Celsius.
- Condiciones Ambientales: Por la naturaleza del trabajo el medio se Presenta al aire libre con buena circulación de aire.
- Humedad: El ambiente es seco debido a que las condiciones de trabajo están sujetas a las condiciones climáticas, ya que éste se encuentra al aire libre.
- Nivel de ruido: Se labora dentro de un ambiente tranquilo con sonidos Intermitentes y ruidos molestos, son de naturaleza constante, los cuales son proporcionados por las actividades propias a la fabricación de las bridas y unión a los recipientes a presión; entre estos se encuentra en el área de limado, la esmeriladora.

- Iluminación: El ambiente posee luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo debido a que se labora en una jornada diurna; recuérdese que el lugar está al aire libre.

**b) Repetitividad**

- Duración del trabajo: La operación puede completarse en 478 minutos o menos.

- Repetición del ciclo: El ritmo de trabajo es de ocurrencia regular, siendo los movimientos, patrones que se ejecutan por lo menos 9 veces al día.

- Esfuerzo físico: El proceso se realiza de forma manual aplicando por lo menos entre el 30% y el 50% del tiempo para pesos entre 5 g. y 300 g.

- Esfuerzo mental o visual: Se presenta una atención mental y visual continua por ser un proceso repetitivo y por razones de calidad, el trabajador está atento al proceso ya que de ello depende el producto final (defectos que puedan presentarse).

**c) Posición De Trabajo**

Parado, sentado, moviéndose, altura del trabajo: la realización del trabajo está combinado con el estar parado, sentado y caminando.

Ya definido los factores de fatiga, se presenta a continuación de manera resumida los grados y puntos asignados a cada factor en la siguiente tabla: (ver Tabla 24)

**Tabla 29. Tolerancia por Fatiga**

<b>Factor</b>	<b>Grado</b>	<b>Puntos</b>
Temperatura	3	15
Condiciones ambientales	1	5
Humedad	2	10
Nivel de ruido	3	20
Iluminación	1	5
Duración de trabajo	4	80
Repetición de ciclo	2	40
Esfuerzo físico	2	40
Esfuerzo mental o visual	4	50
Posición de trabajo	2	20
<b>Total de puntos</b>		<b>285</b>

**Fuente: Propia.**

Con los 285 puntos obtenidos y con una jornada de trabajo de 8.10 horas/día (490 min.) el valor de la fatiga se puede hallar a través de la tabla de concesiones por fatiga, teniendo así una clase D5 y un rango entre 283 y 289, con estos valores se intercepta la columna de la jornada de trabajo correspondiente a 8 horas al día y la clase ya obtenida por medio del rango deducido en la hoja de concesiones (25 puntos), suministrando un valor a la fatiga de 80 min.

#### **Determinación de tolerancias fijas**

- **Desayuno:** 15 min; no está establecido en el horario, pero generalmente se emplea al llegar mientras realizan la charla de seguridad industrial.
- **Almuerzo:** 60 min; está pautado de 11:30pm a 12:30pm, este se va a considerar en los cálculos debido a la jornada de trabajo continua.

- **Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI):** 15 min; en este tiempo es preparada el área de trabajo, colocando los materiales a utilizar en sus puestos correspondientes.
- **Tiempo de preparación al final (TPF):** 15 min; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo, guardando todos los materiales en sus puestos y para luego ser trasladado al almacén.
- **Necesidades personales:** La empresa, no tiene establecido un tiempo por concepto de necesidades personales; el trabajador puede realizarlas en cualquier momento durante la jornada de trabajo. Pero para efectos de este estudio, se estableció un tiempo de 20 minutos por concepto de necesidades personales.

**Tabla 30. Hoja de Concesiones por Fatiga**

	<b>HOJA DE CONCESIONES POR FATIGA</b>				NÚMERO	II - 006
					VIGENCIA	N/A
					FECHA	06/05/15
CÓDIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: N/A				FECHA	EFFECTIVA x REEMPLAZADA
ÁREA: Soldadura	GERENCIA O DIVISIÓN: Planificación y Control				PREPARADO POR: Mariana Chacin Molina	
PROYECTO: Estudio de Tiempo	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: Producción				REVISADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero	
PROCESO: Unión de brida 24" con ruana a cabezal	TÍTULO DEL CARGO: Soldador de 1era				APROBADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero	
<b>PUNTOS POR GRADO DE FACTORES</b>						
<b>FACTORES DE FATIGA</b>	<b>1er.</b>	<b>2do.</b>	<b>3er.</b>	<b>4to.</b>		
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>						
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>		
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>		
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>		
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>		
5 ILUMINACIÓN	5 <input checked="" type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>		
<b>REPETITIVIDAD:</b>						
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input checked="" type="checkbox"/>		
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>		
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>		
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	50 <input checked="" type="checkbox"/>		
<b>POSICIÓN:</b>						
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>		
TOTAL PUNTOS: <u>285</u>						
CONCESIONES POR FATIGA <u>80</u> (MINUTOS)						
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>						
TIEMPO PERSONAL: <u>20</u>						
DEMORAS INEVITABLES: <u>105</u>						
TOTAL CONCESIONES: <u>125</u>						

**Fuente: Propia**

## Determinación de la jornada efectiva de trabajo JET

Para determinar la jornada efectiva de trabajo se aplica la siguiente fórmula:

$$JET = JT - \sum Tolerancias Fijas$$

$$JET = JT - (Desayuno + Almuerzo + TPI + TPF)$$

$$JET = 490 - (15 + 60 + 15 + 15)$$

$$JET = 385min$$

## Normalización de Tolerancias

$$JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP$$

$$TN \rightarrow x$$

$$490 - (80 + 20) \rightarrow 80 + 20$$

$$49.986 \rightarrow x$$

$$x = \frac{TN * Fatiga + NP}{JET - (Fatiga + NP)}$$

$$x = \frac{477.75 * (80 + 20)}{385 - (80 + 20)}$$

$$x = 167.63 min$$

### Determinación del Tiempo Estándar:

$$TE = TPS * Cv + \Sigma (\text{Tolerancias})$$

Donde:

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado.

Cv = Calificación de la velocidad.

$$TE = TPS * Cv + \Sigma (\text{Tolerancias})$$

$$TE = 455.00 * 1.05 + 167.63$$

$$TE = 645.38 \text{ min}$$

## Análisis de los Resultados

Finalmente, después de haber realizado el estudio de tiempo, en la operación soldar en bridas de 24", en la empresa C.M.I. Guayana, C.A., se adquirió los siguientes resultados:

- A través de las medidas de tiempo tomadas, se determinó que el tiempo promedio estándar (TPS) es de 455.00 min.
- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de soldar es de 477.75 min y este valor representa el tiempo necesario para que un operario de tipo promedio realice la actividad.
- Se fijó tolerancias por concepto de fatiga y necesidades personales haciendo uso del método sistemático, proporcionando como resultado tolerancias variables de 167.63 min.
- Se determinó para la actividad que realiza el empleado, en cuanto a la unión de bridas al cuerpo, el tiempo estándar obtenido fue de 645.38 min.

### 6.1.8 Resumen

A continuación se presenta un resumen que hace referencia a los resultados obtenidos del estudio de cada una de las bridas. (Ver Tabla 26)

**Tabla 31. Resumen de Tiempo Estándar por Brida**

Tiempo Estándar	
BRIDA (pulg)	TE (min)
2	67.53
3	168.87
4	253.23
6	279.49
8	357.87
24	645.38

**Fuente: Propia**

En cuanto al objetivo específico, el cual consiste estandarizar el tiempo que se necesita para poder realizar la operación, se realizó un estudio de tiempos en el cual se realizaron los cálculos de tiempo estándar.

También se facilita la forma de trabajo al operador contando con instrucciones de trabajo en donde se registra paso a paso el proceso.

Ya que los tiempos normales provienen de estudios de tiempos bien desarrollados, se puede decir que los resultados arrojados son confiables y cumplen con un mínimo margen de error.

### **6.1.9 Datos a considerar**

En algunas ocasiones el operario interrumpe la tarea para realizar otra actividad y en otras la maquinaria necesaria está ocupada, lo cual puede ser considerado como un elemento extraño que afecta la obtención de los datos.

### **6.1.10 Ventajas y Desventajas de la estandarización**

Después de finalizado el proyecto se puede encontrar unas ventajas y desventajas que son parte de todo proyecto en una empresa y que contribuyen a mejorar una próxima experiencia o tomar parte de esta, en un futuro.

Las principales de ventajas de las que la empresa haya realizado este proyecto son:

- La utilización eficiente de los recursos disponibles.
- El aseguramiento del buen manejo del producto en la planta de producción y el cumplimiento de las normas de calidad exigidas por el contratante.
- La mejora de los productos en cuanto a calidad.
- La capacitación al personal operativo del desarrollo y manejo de los procesos de producción.

#### **Desventajas**

- El tiempo requerido para implementar por completo un proyecto como este es extenso y requiere de un esfuerzo conjunto entre empleados y coordinadores para poder llevarlo a cabo.

- 
- Los costos de inversión, necesarios para el desarrollo del proyecto los cuales se elevan al principio de la operación, por el acondicionamiento del área para las instalaciones de los equipos requeridos para el proceso, los cuales hasta el momento no se han instalado.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos durante la investigación permiten concluir los siguientes aspectos:

1. Se evaluó el método de trabajo para el proceso de soldadura de bridas.

2. Se identificaron las fallas del proceso de producción de recipientes a presión para Amaná-Carito, de los cuales se obtuvo que no se cuenta con un tiempo de trabajo estandarizado y no existe una utilización adecuada de herramientas y equipos empleados en dicha actividad.

3. Se determinaron los tiempos estándar para las siguientes bridas:

Tiempo Estándar	
BRIDA (pulg)	TE (min)
<b>2</b>	67.53
<b>3</b>	168.87
<b>4</b>	253.23
<b>6</b>	279.49
<b>8</b>	357.87
<b>24</b>	645.38

4. La estandarización de tiempos para las bridas estudiadas permitirá una mejor planificación de la producción y tener un mejor control del proceso.

## RECOMENDACIONES

En función de los resultados y conclusiones obtenidos con esta investigación se recomiendan las siguientes acciones:

1. La persona encargada de vigilar los procesos de producción, debe estar constantemente en esta función y realizando las auditorias correspondientes, para asegurar la calidad de los productos.
2. Realizar un estudio tomando en cuenta la cantidad de consumibles necesarios para llevar a cabo la realización del proceso, lo cual permita elaborar una planificación basándose en valores reales que, en un futuro, aseguren la continuidad del proyecto sin interrupciones por falta de dichos consumibles.
3. Al programar una fecha de inicio de trabajo se debe planificar y tener disponible todos los equipos y herramientas a ser empleados en el proceso.
4. Es importante verificar el estado en que se encuentra la maquinaria e instrumentos y, procurar, darles el mantenimiento adecuado en el tiempo requerido.
5. Se recomienda evaluar el desempeño de los trabajadores y darles un incentivo con la finalidad de motivarlos, esto mejorará la producción y la calidad de trabajo.
6. Es necesario mejorar las condiciones de trabajo para el personal que labora en el área de soldadura y armado, asegurándose que el personal de logística mantenga cubierta sus necesidades personales.

7. Realizar un estudio de medio ambiente de trabajo y verificar que valores como el ruido e iluminación sean los más adecuados.
8. Elaborar un tablero de producción que ayudará a los operadores a ver su objetivo del día, su plan de producción, este debe ser actualizado diario o constantemente.
9. Dictar charlas de capacitación a todo el personal que labora en el área de soldadura y armado con la finalidad mejorar la eficiencia y eficacia.
10. Realizar un estudio de tiempos para cada proceso llevado a cabo en la empresa y así poder estandarizar cada uno de ellos, el cual sirva en un futuro.

## BIBLIOGRAFÍA

Narváez R. (1997), Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación, UNEXPO, Segunda edición.

FRED, Ed Meyers. Estudios de Tiempos y Movimientos para la Manufactura Ágil. Segunda Edición.

GARCÍA CRIOLLO, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de Métodos y Medición del trabajo. Segunda Edición.

ELENIR, A (2011). Estudio de tiempos con mejoras para la minimización de las actividades del personal de mantenimiento (tesis de pregrado).

Universidad Nacional Experimental Antonio José de Sucre, Puerto Ordaz, Estado Bolívar.

NIEBEL, Benjamín Ingeniería Industrial. “Métodos, Tiempo y Movimiento”. Profesor Emérito de Ingeniería Industrial de la Universidad del estado de Pensylvania. Editorial Alfaomega, México, 1996.

Turmero I., (2014), Apuntes de clases de Ingeniería de métodos, Ingeniería Industrial. UNEXPO.

Cronometro. Lugar de publicación: Wikipedia.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Cron%C3%B3metro>

Estudio de tiempos. Lugar de publicación: Word Press

<http://estudiotiemposmovimientos.blogspot.com/>

Estudio de tiempos. Lugar de publicación: Ingeniería Industrial Online  
<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/>

Método Westinghouse. Lugar de Publicación: Scribd.  
<http://es.scribd.com/doc/239121572/METODO-WESTINGHOUSE-pdf#scribd>

Soldadura. Fundamentos de soldadura. Lugar de publicación: Word Press.  
<https://hectorariel26.wordpress.com/2009/11/20/fundamentos-de-soldadura/>

Informe de pasantía realizado en la empresa seAH precisión México S.A. de CV. Disponible en: <http://www.uteq.edu.mx/tesis/procesos/0500000257.pdf>

Informe de tesis de grado realizado en la empresa Yogen Fruz. Disponible en:  
<http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15561/T43.07%20M926e.pdf?sequence=1>

Informe de práctica empresarial realizado en la empresa estampados Color Way Sas. Disponible en: <http://repository.lasallista.edu.co/BBCB51AB-1AD6-41DB-BDBD-29C48645A29C/FinalDownload/DownloadId-E0D67A0109DB27D6DAD8625922334776/BBCB51AB-1AD6-41DB-BDBD-29C48645A29C/dspace/bitstream/10567/714/1/INFORME%20DE%20PRAC TICA%20CAROLINA%20GONZALEZ%20ARROYAVE.pdf>

# APÉNDICES



**Apéndice 1. Bridas**



**Apéndice 2. Soldadura de Brida de 4" unida al cuerpo**



**Apéndice 3. Esmerilado de Brida de 6” unida al cuerpo**



**Apéndice 4. Unión de Brida de 8” al cuerpo**



**Apéndice 5. Torchado interno de Brida de 24”**



**Apéndice 6. Aplicación del líquido penetrante**



**Apéndice 7. Armado de ruana en Brida de 24”**



**Apéndice 8. Esmerilado de ruana**



**Apéndice 9. Corte de exceso**



**Apéndice 10. Brida de 24" liberada**

# ANEXOS

### Anexo 1. Tabla T Student.

$v$	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01	0.005	0.002
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	127.32	318.31
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.089	22.327
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.214
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893
6	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208
7	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.705
8	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501
9	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297
10	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144
11	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025
12	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930
13	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852
14	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.320	3.787
15	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733
16	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686
17	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646
18	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610
19	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579
20	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552
21	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527
22	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505
23	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485
24	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467
25	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450
26	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435
27	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421
28	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408
29	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396
30	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385
40	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307
60	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232
120	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160
$\infty$	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090

## Anexo 2. Sistema Westinghouse.

<u>HABILIDAD</u>			<u>ESFUERZO</u>		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	- 0.04	E1	Aceptable
- 0.10	E2	Aceptable	- 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	- 0.12	F1	Deficiente
- 0.22	F2	Deficiente	- 0.17	F2	Deficiente

<u>CONDICIONES</u>			<u>CONSISTENCIA</u>		
+ 0.06	A	Ideales	+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	Excelentes	+ 0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
- 0.03	E	Aceptables	- 0.02	E	Aceptable
- 0.07	F	Deficientes	- 0.04	F	Deficiente

### Anexo 3. Concesiones por Fatiga.

CONCESIONES POR FATIGA				CONCESIÓN % x JORNADA			
				EFFECTIVA			
				MINUTOS CONCEDIDOS = -----			
				1 + CONCESIÓN %			
CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
				MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
<b>D5</b>	<b>283</b>	<b>289</b>	20	85	<b>80</b>	75	70
E1	290	296	21	89	83	78	73
E2	297	303	22	92	86	81	76
E3	304	310	23	95	90	84	79
E4	311	317	24	99	93	87	81
E5	318	324	25	102	96	90	84
F1	325	331	26	105	99	93	87
F2	332	338	27	108	102	96	89
F3	339	345	28	112	105	98	92

## Anexo 4. Definiciones Operacionales de Los Factores de Fatiga.

### a) Condiciones de Trabajo

<p><b>1. Temperatura</b></p>	<p><b>GRADO 1</b> (5 PUNTOS) Climatización bajo control eléctrico o mecánico <math>20\text{ }^{\circ}\text{C} &lt; \text{Temperatura} \leq 24\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><b>GRADO 2</b> (10 PUNTOS) Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores <math>24\text{ }^{\circ}\text{C} &lt; \text{Temperatura} \leq 29,5\text{ }^{\circ}\text{C}</math>. b) Para trabajos externos <math>26,5\text{ }^{\circ}\text{C} &lt; \text{Temperatura} \leq 32\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><b>GRADO 3</b> (15 PUNTOS) Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores <math>26,5\text{ }^{\circ}\text{C} &lt; \text{Temperatura} \leq 28\text{ }^{\circ}\text{C}</math>. b) Para trabajos externos o con circulación de aire <math>32\text{ }^{\circ}\text{C} &lt; \text{Temperatura} \leq 34,5\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p> <p><b>GRADO 4</b> (40 PUNTOS) a) Ambientes sin circulación de aire <math>\text{Temperatura} \geq 32\text{ }^{\circ}\text{C}</math>. b) Ambientes con circulación normal de aire <math>35\text{ }^{\circ}\text{C} &lt; \text{Temperatura} \leq 41,5\text{ }^{\circ}\text{C}</math></p>
<p><b>2. Condiciones Ambientales</b></p>	<p><b>GRADO 1</b> (5 PUNTOS) a.) Operaciones normales en exteriores. b.) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.</p> <p><b>GRADO 2</b> (10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.</p> <p><b>GRADO 3</b> (20 PUNTOS) Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada.</p> <p><b>GRADO 4</b> (30 PUNTOS) Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.</p>

<p style="text-align: center;"><b>3. Humedad</b></p>	<p><b>GRADO 1</b> (5 PUNTOS) Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21°C a 24°C</p> <p><b>GRADO 2</b> (10 PUNTOS) Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.</p> <p><b>GRADO 3</b> (15 PUNTOS) Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%</p> <p><b>GRADO 4</b> (20 PUNTOS) Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial.</p>
<p style="text-align: center;"><b>4. Nivel de Ruido</b></p>	<p><b>GRADO 1</b> (5 PUNTOS) Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.</p> <p><b>GRADO 2</b> (10 PUNTOS) a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.</p> <p><b>GRADO 3</b> (20 PUNTOS) a) Ruidos agudos por encima de 90decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.</p> <p><b>GRADO 4</b> (30 PUNTOS) Ruidos de alta frecuencia u horas características molestas, ya sean intermitentes o constantes.</p>
<p style="text-align: center;"><b>5. Iluminación</b></p>	<p><b>GRADO 1</b> (5 PUNTOS) Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.</p> <p><b>GRADO 2</b> (10 PUNTOS) Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.</p> <p><b>GRADO 3</b> (15 PUNTOS) a) Luz donde el resplandor continuo es inherente al trabajo. b) Trabajo que requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux.</p> <p><b>GRADO 4</b> (20 PUNTOS) Trabajos a tuestas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.</p>

## b) Repetitividad

<p style="text-align: center;"><b>1. Duración de Trabajo</b></p>	<p><b>GRADO 1</b> (20 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en un minuto o menos.</p> <p><b>GRADO 2</b> (40 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en 15 minutos o menos.</p> <p><b>GRADO 3</b> (60 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en una hora o menos.</p> <p><b>GRADO 4</b> (80 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en más de una hora.</p>
<p style="text-align: center;"><b>2. Repetición del Ciclo</b></p>	<p><b>GRADO 1</b> (20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las sub operaciones no son necesariamente de realización diaria.</p> <p><b>GRADO 2</b> (40 PUNTOS) Operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.</p> <p><b>GRADO 3</b> (60 PUNTOS) Operaciones donde la terminación periódica está programada y su ocurrencia es regular, o donde la terminación del movimiento o los patrones previstos se ejecutan por lo menos 10 veces al día.</p> <p><b>GRADO 4</b> (80 PUNTOS) a) Operaciones donde la terminación del movimiento o de los patrones previstos es más de 10 por día. b) Operaciones controladas por la maquina con alta monotonía o tedio del operador.</p>
<p style="text-align: center;"><b>3. Esfuerzo Físico</b></p>	<p><b>GRADO 1</b> (20 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30Kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12,5Kg y 30Kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2,5Kg y 12,5 Kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2,5 Kg.</p> <p><b>GRADO 2</b> (40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% y el 40% del tiempo por encima de 30Kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12,5Kg y 30Kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2,5 Kg. y 12,5Kg.</p> <p><b>GRADO 3</b> (60 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo para pesos superiores a 30Kg. b)</p>

	<p>Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12,5 Kg. y 30Kg.</p> <p><b>GRADO 4 (80 PUNTOS)</b> Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30Kg.</p>
<p><b>4. Esfuerzo Mental o Visual</b></p>	<p><b>GRADO 1 (10 PUNTOS)</b> Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del operador es requerida a intervalos muy largos.</p> <p><b>GRADO 2 (20 PUNTOS)</b> Atención mental y visual frecuente donde el trabajador es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la maquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.</p> <p><b>GRADO 3 (30 PUNTOS)</b> Atención mental y visual continuas debido a razones de calidad o de seguridad. Generalmente ocurre en operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad de parte del trabajador.</p> <p><b>GRADO 4 (50 PUNTOS)</b> a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. b) Realización de trabajos complejos con límites de estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos periodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.</p>

### c) Posición de Trabajo

<p><b>1. Esfuerzo Mental o Visual</b></p>	<p><b>GRADO 1</b> (10 PUNTOS) Realización del trabajo en posición sentado o mediante una combinación de sentado, parado y caminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferior a cinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normal respecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.</p> <p><b>GRADO 2</b> (20 PUNTOS) a) Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente solo en pausas programadas para descansar. b) El sitio de trabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo, impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por periodos cortos inferiores a un minuto.</p> <p><b>GRADO 3</b> (30 PUNTOS) Operaciones donde el sitio de trabajo o la naturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse o empujarse; o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos o de las piernas constantemente.</p> <p><b>GRADO 4</b> (40 PUNTOS) Operaciones donde el cuerpo es contraído o extendido por largos periodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva.</p>
---	--