**UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA**
**"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"**
**VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ**
**DEPARTAMENTO DE ING. INDUSTRIAL**
**CÁTEDRA: INGENERÍA DE MÉTODOS**

# ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, "INTERAMERICANA DE PRODUCTO C.A". UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL CHIRICA-EDO. BOLÍVAR.

**Integrantes:**
Bustamante, Gabriel
Carvajal, Geraldin
Rivero, Dubraska
Sifontes, Ainalen

**Asesor:**
MSc. Ing. Iván J. Turmero

**Puerto Ordaz, junio de 2014**

**ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, "INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A". UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL CHIRICA-EDO. BOLÍVAR.**

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
***INGENIERÍA DE MÉTODOS***

# ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, "INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A". UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL CHIRICA-EDO. BOLÍVAR.

Proyecto Final de Curso presentado ante el Departamento de Ingeniería Industrial de la UNEXPO Vice-Rectorado Puerto Ordaz como requisito parcial para aprobar la Cátedra de **INGENIERÍA DE MÉTODOS**.

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**Asesor Académico**

**CIUDAD GUAYANA, JUNIO DE 2.014**

**“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, “INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A”. UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL CHIRICA-EDO. BOLÍVAR.”**

Págs. 161

Proyecto Final de Cátedra: **INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Universidad Nacional Experimental Politécnica “*Antonio José de Sucre*”. Vice-Rectorado Puerto Ordaz. Departamento de Ingeniería Industrial.

**UNEXPO**

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
***INGENIERÍA DE MÉTODOS***

## ACTA DE APROBACIÓN

Quien suscribe, **MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros**, Profesor Titular de la Cátedra **INGENIERÍA DE MÉTODOS**, adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Vice-Rectorado Puerto Ordaz y designado para evaluar el Proyecto Final, titulado: **"ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS, INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A". UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL CHIRICA-EDO. BOLÍVAR."**, considero que este cumple con los requisitos exigidos para tal efecto y por lo tanto lo declaro **APROBADO**.

En Ciudad Guayana a los 23 días del mes de Junio de dos mil catorce.

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**Asesor Académico**

## DEDICATORIA

A Dios por guiarnos y acompañarnos en cada uno de nuestros pasos.

A nuestros queridos padres, por su apoyo incondicional en todo momento.

A nuestro compañero Ernesto Noriega y al señor Juan Ernesto Noriega Urbano por su colaboración al momento de disponer su empresa para dicho estudio y facilitarnos toda la información necesaria para el mismo.

## AGRADECIMIENTOS

Para la elaboración de este proyecto se tuvo una gran ayuda y apoyo, lo cual agradecemos con gratitud a:

La empresa INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A., especialmente al propietario, Sr. Juan Noriega, por habernos dado la oportunidad de utilizar su lugar de trabajo, por su receptividad, amabilidad y disposición a la hora de suministrar información. Al igual que a todos los operarios que allí laboran.

Nuestro Profesor Ing. Iván Turmero, por facilitarnos las herramientas necesarias para el estudio de métodos y su aplicación en el campo, y de este modo iniciarnos de alguna u otra forma en lo que se relaciona a nuestra carrera y hacernos pensar como un ingeniero industrial.

Todas aquellas personas que nos facilitaron y ayudaron con los recursos necesarios para realizar este proyecto de la mejor manera posible, entre ellos: nuestros padres, amigos y compañeros.

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
***INGENIERÍA DE MÉTODOS***

**Autores:**Bustamante, Gabriel; Carvajal, Geraldin; Rivero, Dubraska; Sifontes, Ainalen

**Asesor Académico:** MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**Fecha:** Junio 2.014

## RESUMEN

En el siguiente trabajo se determinó mediante un estudio de métodos, la efectividad de la fabricación del carrete. Primordialmente se basó el tema hacia la disposición del espacio físico, las condiciones ambientales del lugar y como afectan éstas en el rendimiento del operario para llevar a cabo el trabajo. Y a su vez se realizó una observación directa del lugar, entorno a las maquinarias y equipos con el fin de reorganizarlo y obtener así la mejor distribución en el área de pintado. Para tales fines se emplearon las técnicas sugeridas por la OIT, entrevistas al operario, para diagnosticar la situación actual. Se dará una descripción de todas las operaciones mediante diagramas de proceso y distribución actual a través de un layout. Para determinar el tiempo efectivo del trabajo se llevó a cabo un estudio de tiempo y se emplearon diversas técnicas para el establecimiento de tolerancias. Para finalizar se analizaron los resultados de todo lo anterior, y se presentaran todas las propuestas para mejorar el método de trabajo empleado en el proceso, así como todas las condiciones que afectan la efectividad del mismo.

**PALABRAS CLAVES:** ESTUDIO DE MÉTODOS**,** OIT, DIAGRAMA DE PROCESO, LAYOUT, ESTUDIO TE TIEMPO

# ÍNDICE

**Pág.**


DEDICATORIA ..... vi

AGRADECIMIENTOS ..... vii

RESUMEN ..... viii

INTRODUCCIÓN ..... 1

CAPÍTULO I ..... 3

EL PROBLEMA ..... 3

1.1 Antecedentes ..... 3

1.2 Planteamiento del Problema ..... 4

1.3 Justificación ..... 4

CAPÍTULO II ..... 7

GENERALIDADES DE LA EMPRESA ..... 7

2.1 Ubicación Geográfica ..... 7

2.3 Objetivos de la Empresa ..... 7

2.4 Infraestructura ..... 7

2.5 Equipos disponibles ..... 8

2.6 Capacidad de Almacenamiento ..... 8

2.7 Proceso Productivo ..... 10

2.8 Diagnóstico General de la Situación Actual ..... 11

CAPÍTULO III ..... 12

MARCO TEÓRICO ..... 12

3.1 Ingeniería de Métodos ..... 12

3.2 Importancia de Métodos ..... 12

3.3 Conceptos Básicos ..... 13

3.4 Diagramas ..... 13

3.5 Aspectos en la Preparación de los Diagramas ..... 14

3.6 Diagrama de Operaciones ..... 14

3.7 Diagramas de Proceso ..... 15

3.8 Diagrama de Flujo y/o Recorrido ..... 15

3.9 Elaboración del Diagrama de Operaciones ..... 15

3.10 Elaboración del Diagrama de Proceso ..... 16
3.11 Importancia de los Diagramas ..... 18
3.12 Fundición ..... 18
3.13 Fundición maleable ..... 18
3.14 Fundición en coquilla ..... 19
3.15 Fundición aleada ..... 19
3.16 Moldes de arena en verde ..... 19
3.17 Horno de crisol ..... 20
3.18 Análisis Operacional ..... 20
3.19 Organización Internacional del Trabajo (OIT) ..... 29
3.20 Estructura de la OIT ..... 32
3.21 Normas Internacionales de la OIT ..... 33
3.22 Preguntas que sugiere la OIT ..... 34
3.23 Técnica del Interrogatorio ..... 40
3.24 Estudio de Tiempos ..... 43
3.25 Manejo y Estudio Correcto del Cronómetro ..... 45
3.26 Herramientas del Estudio de Tiempos por Cronómetro ..... 49
3.27 Estudio de Tiempos con Cronómetros ..... 50
3.28 Aplicación del Estudio de Tiempos en el Área de Trabajo ..... 52
3.29 Método Westinghouse ..... 59
CAPÍTULO IV ..... 75
DISEÑO METODOLÓGICO ..... 75
4.1 Tipo de Investigación ..... 75
4.2 Población y Muestra ..... 77
4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos ..... 78
4.4 Procedimiento Metodológico ..... 79
CAPÍTULO V ..... 82
SITUACIÓN ACTUAL ..... 82
5.1 Método de Trabajo Detallado ..... 82
5.2 Diagrama de Proceso Actual ..... 84
5.3 Plano de Distribución de la Empresa Actual ..... 88
5.4 Diagrama de Flujo y/o Recorrido Actual de la Elaboración de Carretes ..... 89
5.5 Análisis Operacional ..... 90
Análisis General ..... 113

CAPÍTULO VI: ..... 114
SITUACIÓN PROPUESTA ..... 114
CAPÍTULO VII ..... 122
ESTUDIO DE TIEMPO ..... 122
Análisis de los Resultados ..... 133
CONCLUSIONES ..... 134
RECOMENDACIONES ..... 135
BIBLIOGRAFÍA ..... 137
APENDICES ..... 138
ANEXOS ..... 142

# INTRODUCCIÓN

INPROCA, fue la empresa que se eligió, para realizarle el estudio de métodos, siendo la mejor elección por la facilidad de acceso. La planta está ubicada en la Calle Ambrosio Plaza Sector Cristóbal Colon Galpón S/N. Zona Industrial Chirica San Félix. Urb. Cachamay, Calle Maturín # D13, Puerto Ordaz, Estado Bolívar.

INPROCA es una empresa experta en procesos de transformación de Aluminio en el Estado Bolívar, tiene más de diecinueve años en el rubro y ha servido de empuje para el desarrollo comercial en la región.

INPROCA produce una gran gama de piezas industrial-mecánicas fabricadas en aleaciones de aluminio, bronce, cobre, y/o latón (según sea el caso), tales como conexiones de roscado, piezas de cobre electrolítico, bandas para frenos de grúas puente y conexiones bomberos, carretes para podadoras de bastón, entre otras.

Esta empresa está destinada a los pequeños y medianos distribuidores, comerciantes (ferreterías y talleres) basando su desarrollo en cubrir las necesidades de sus clientes con una alta producción para así saciar su sed por las ventas.

INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A., es una empresa que además de vender piezas de aluminio (carretes), lleva dentro de su proceso lo referente a almacenes, inventarios, espacio físico, entre otros. Es por ello que se seleccionó ésta con la finalidad de aplicar los instrumentos o herramientas de la Ingeniería de Métodos, debido a que permitirán orientar hacia un nuevo enfoque y así buscar soluciones a los problemas detectados en dicha empresa mediante la continua observación.

En este informe se ha tomado como objetivo de estudio identificar los problemas que puedan presentar la mala disposición o distribución del espacio

con la finalidad de proponer cambios en este y técnicas de trabajo y así mejorar el rendimiento del proceso.

Conjuntamente con el estudio de métodos se emplearán las preguntas de fondo sugeridas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), con el fin de investigar qué se hace, por qué se hace y cómo debería hacerse.

Cabe destacar, que para la realización de esta investigación se presentará la información obtenida de forma clara, precisa y detallada en un diagrama de proceso y flujo/recorrido, que permitirán observar con mayor facilidad la situación del proceso actual en general y de esta forma detectar las fallas y/o problemas para luego plantear soluciones correctivas al proceso en sí.

Así como también evaluar la técnica a usar y la influencia en los estudios de tiempo y la medición de tiempo de dichos procesos. Para analizar esta problemática es necesario de mencionar algunas de sus causas, una de ellas es la lentitud en la que un proceso pueda realizarse en la industria, el alto costo que pueda tener la empresa según su necesidad que esta posea, o una mala información acerca del proceso, entre otras problemáticas que influyan directamente con el mismo.

El informe cuenta con la presentación de sus resultados en los siguientes capítulos:

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA
CAPÍTULO II: LA EMPRESA
CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO
CAPÍTULO IV: DISEÑO METODÓLOGICO
CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL
CAPÍTULO VI: SITUACIÓN PROPUESTA
CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE TIEMPO

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones al proceso de prestación de servicio en general y la bibliografía consultada.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Antecedentes

INPROCA es una empresa experta en procesos de transformación de Aluminio en el Estado Bolívar, tiene más de diecinueve años en el rubro y ha servido de empuje para el desarrollo comercial en la región. Cuenta actualmente con una planta en Ciudad Guayana, con una productividad de aproximadamente 1000 Tm. de piezas hechas en Aluminio por año.

INPROCA produce una gran gama de piezas industrial-mecánicas fabricadas en aleaciones de aluminio, bronce, cobre, y/o latón (según sea el caso), tales como conexiones de roscado, piezas de cobre electrolítico, bandas para frenos de grúas puente y conexiones bomberos, carretes para podadoras de bastón, entre otras.

Esta empresa está destinada a los pequeños y medianos distribuidores, comerciantes (ferreterías y talleres) basando su desarrollo en cubrir las necesidades de sus clientes con una alta producción para así saciar su sed por las ventas.

La empresa INPROCA, al igual que la mayoría de las empresas en Venezuela que son resultado del crecimiento progresivo fruto del trabajo día a día fue creciendo a través de la experiencia de sus propietarios, esto es posible en gran medida a la improvisación, al ensayo y error, nunca se ha efectuado en esta algún tipo de Estudio de Métodos que determinara la mejor distribución y forma de hacer más eficiente el trabajo. Sino que de forma empírica se buscó la mejor ubicación de las estaciones basados principalmente en la accesibilidad más que en su correcta ubicación, esta actividad no dejo reflejado ningún tipo de documento que expresara el cuándo, cómo, quién, dónde ni por qué.

Lo que ocasiona que no posea un plan de trabajo establecido, únicamente se implanta de manera lógica y coherente una serie de metas de producción a corto plazo.

## 1.2 Planteamiento del Problema

En la región donde opera INPROCA es de rápido crecimiento y esto va de la mano con una mayor demanda de todo lo necesario para su crecimiento y la necesidad de avanzar, por ende INPROCA ha quedado limitada en la entrega de pedidos por las demoras en ciertos procesos de acabados como en la operación de vaciado de la pieza, (carrete) queda con mucho residuo por causa del vaciado que esto genera una pérdida de tiempo al tener que crear un nuevo proceso de lijado para acomodar estas imperfecciones también así hay una pérdida de tiempo en el proceso de pintado de la pieza, no se está usando el mejor método para pintar. Todo esto crea una serie de paradas en el proceso que atrasan la producción y por ende la entrega a tiempo a sus clientes por lo tanto se estudiara todos los procesos por el cual el Aluminio es tratado haciendo un análisis operacional aplicando todas las herramientas de ingeniería en métodos para hacer una empresa más eficiente.

En la Empresa INPROCA, no se tienen determinados los estándares de tiempo. Esta medición es necesaria para que los encargados de la empresa puedan pronosticar satisfactoriamente los tiempos de ejecución de las operaciones que requieren todos los empleados; como las tolerancias que tienen todos los operarios en la jornada de trabajo. El desconocimiento de los tiempos estándares no permite el óptimo funcionamiento de la empresa.

Debido a la falta de estándares de tiempo, surgió la necesidad de determinar el tiempo de ejecución de un operario para realizar el proceso de pintado del carrete y evaluar el tiempo que el operario interviene en realizar una determinada actividad.

## 1.3 Justificación

Si es justificable el estudio y la resolución del problema ya que el propósito de este proyecto es proporcionar la información necesaria para un mejor método de trabajo a los operarios, determinando así el tiempo estándar de una actividad que se realice en la empresa por medio de la observación y el cronometraje para así tener un tiempo exacto, en este caso el área de pintado,

y estudiando si es factible el tiempo en el cuál se ejecuta una determinada operación.

Otros de los propósitos con que se realiza este proyecto es determinar la eficiencia de los trabajadores de la Empresa INPROCA, se estudiará la posibilidad de mejorar las posibles fallas que se pueden estar presentando de acuerdo con los resultados que se obtengan.

Es útil y provechoso porque proporcionará los detalles y las ciertas debilidades que la empresa podría presentar y a su vez contribuiría con el mejoramiento de las actividades realizadas por el operario. Así mismo, para obtener una mejor productividad.

## 1.4 Objetivos

### Objetivo General

Describir el proceso productivo de la fabricación de carretes de La Empresa INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A., utilizando como herramienta principal los diagramas de proceso y flujo elaborados de acuerdo al método actual e implementar un método mejorado del mismo, al igual que la aplicación de estudio de tiempos para determinar el tiempo estándar del proceso basándose con el propósito de proponer alternativas para el mejoramiento y eficiencia del proceso.

### Objetivos Específicos

- Identificar los elementos en el proceso de elaboración de carretes en la empresa INPROCA.
- Obtener la información necesaria sobre la situación actual de la empresa INPROCA.
- Describir detalladamente el proceso que se lleva a cabo en INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A.
- Analizar todas aquellas deficiencias que presenta el proceso y a su vez presentar alternativas de solución.

- Realizar la distribución del lugar de trabajo reflejando el recorrido o flujo del operario.
- Realizar un examen crítico a la empresa INPROCA, a través de los enfoques primarios, técnicas del interrogatorio y preguntas de la OIT.
- Describir el método mejorado con su respectivo diagrama de proceso y diagrama de flujo o recorrido.
- Determinar el tamaño de la muestra.
- Conocer el funcionamiento del cronómetro.
- Calcular los tiempos seleccionados y vaciarlos en el formato de estudio de tiempos.
- Emplear un método de cronometraje para el cálculo de los tiempos.
- Aplicar el procedimiento señalado para la determinación de los estándares de tiempo.
- Determinar la calificación de velocidad de ejecución de una operación a partir del sistema Westinghouse.
- Determinar las tolerancias en la ejecución de una tarea, mediante el estudio del método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.

# CAPÍTULO II

## GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 2.1 Ubicación Geográfica

La planta está ubicada en la Calle Ambrosio Plaza Sector Cristóbal Colon Galpón S/N. Zona Industrial Chirica San Félix. Urb. Cachamay, Calle Maturín # D13, Puerto Ordaz, Estado Bolívar. Venezuela, sobre un área total de 4.500m2.

### 2.2 Reseña Histórica

La empresa INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A., fue fundada en el año 1994, nace como resultado de Juan Ernesto Noriega Urbano quien tomó la iniciativa de emprender un proyecto que satisfaga las necesidades del mercado y de la comunidad en general, procesando así aluminio primario y secundario, en procesos de transformación de aluminio, para la producción de aleaciones especiales, piezas y partes.

### 2.3 Objetivos de la Empresa

La empresa INPROCA adquiere como objetivo obtener una mayor producción y así lograr un producto de alta calidad que satisfaga todas las necesidades exigidas por sus clientes, es lo primordial debido a que la demanda por su producto incrementara de tal manera que lograra ubicarse como la productora de piezas mecánicas más importante de la región.

### 2.4 Infraestructura

Esta planta está estructurada por una oficina administrativa, la sala de hornos, sala de máquinas y equipos, sala de limpieza de moldes y preparación de materia prima, zona de almacenamiento de materia prima, estación de gasoil, comedor , baños y un área de patios y estacionamiento.

## 2.5 Equipos disponibles

**INPROCA** Es acreedora de los siguientes equipos y maquinas:

- Torno Paralelo de 1000/punto.
- Torno Revolver.
- Prensa Excéntrica de 50Tn.
- Taladros de Columna.
- Sierra de Vaivén Hidráulicas.
- Fresa Radial.
- Cepillo Rectificador.
- Esmeriles de Banco.
- Compresor Industrial Trifásico 200lts.
- Taladros de Mesa.
- Taladros Roscadores.
- Tronzadora.
- Dobladora.
- Cortadora de lámina.
- Pantógrafo.

## 2.6 Capacidad de Almacenamiento

- Un Horno de 2,000 kg. (8000 K/día) para aleaciones.
- Un Horno de 1500 Kg, (6000 Kg. /día) para aleaciones.
- Un Horno Basculante de 500 Kg (2000 Kg/día) producción artesanal.
- Dos Hornos de 500 Kg. (2000Kg/día) cada uno, producción artesanal.
- Cuatro (4) quemadores convencionales, para diésel, de 10 galones, cada uno.

- Tanque de Combustible Diésel de 5000 lts.

**Tabla de la Distribución de Las Instalaciones Actuales y Futuras**

| DESCRIPCIÓN | SUPERFICIE OCUPADA ($m^2$) |
|---|---|
| **Sala de hornos** | 400,00 |
| **Sala de Maquinarias y equipos** | 200,00 |
| **Sala de limpieza de moldes y preparación de materias primas** | 250,00 |
| **Oficina** | 30,00 |
| **Comedor** | 20,00 |
| **Baños** | 20,00 |
| **Disponible para ampliación del proyecto de fundición** | 2.500,00 |
| **Área de patios y Estacionamiento** | 1.080,00 |
| **TOTAL** | **4.500,00** |

**Tabla 1.Distribución de Las Instalaciones Actuales y Futuras**

**Fuente: Propia**

## 2.7 Proceso Productivo

El proceso comienza con la clasificación detallada de los materiales a fundir, que consiste en la selección de aquellos que pueden cumplir con las especificaciones requeridas para los productos que elabora.

Con estos materiales, se elabora una pre-aleación, a fin de que la mezcla de chatarra y derrames permitan el control de calidad adecuado en los productos.

Posteriormente, una vez probadas estas pre-aleaciones y determinando sus carencias y sus excesos, se vuelve a cargar el horno con ellos, agregándole el balance necesario de los otros metales que completen la formulación requerida. Esta operación se ejecuta normalmente, por lo que el rendimiento en la operación no es el adecuado.

Finalmente, la carga del horno con materiales controlados, es lo que permite el control de calidad de los productos elaborados.

Una vez se inicie el suministro de Aluminio primario, el rendimiento de la operación será el máximo, pues junto con el aluminio primario, el horno será también alimentado con metales aleantes primarios, lo que permitirá un mayor control de las aleaciones y por consiguiente de los productos que se elaboran.

El proceso de fabricación de piezas y partes, que se lleva a cabo en la planta, está totalmente controlado por la experticia del personal que labora, el cual cuenta con más de 15 años de experiencia cada uno, trabajando en las distintas fundiciones existentes en la zona, de los cuales la mayoría los han dedicado a INPROCA, trabajando a destajo, mayormente, por la carencia de materia prima, para una operación continua.

Tanto en la selección y clasificación del material para fundir, como la alimentación de los hornos, es realizado con sumo cuidado y profesionalismo, de tal manera que se desechen materiales que puedan dañar y/o contaminar las aleaciones.

El proceso de precalentamiento de los hornos con una temperatura de 900°C, la carga de los mismos, el precalentamiento del material, el incremento de la temperatura paulatinamente hasta llegar a la de fusión con una temperatura de 1200°C, la puesta a punto de licor de colada y de la aleación ideal, así como el vaciado en los moldes de arena Shell.

Una vez que las piezas se extraen de los moldes es llevada al proceso de limado o suavizado para obtener una mejor calidad este proceso suele ser lento porque se suavizara cada una de las piezas por separado. Paso siguiente es llevado al último proceso de pintado donde las piezas son suspendidas por lotes de 30 para ser pintadas por aire comprimido, se espera su secado y se empacan para su distribución.

En cuanto al control de calidad es estricto, ya que cada pieza o parte que se produce se somete a una inspección rigurosa y aquella que no cumple las especificaciones de peso, dimensiones, aspecto externo y calibración, se desecha y reprocesa.

### 2.8 Diagnóstico General de la Situación Actual

**INPROCA** es la empresa de producción con más de una década de experiencia en la zona. Pero a lo largo de los años ha pasado por muchas transformaciones que han conllevado a la desmejora de los procesos productivos y transformación de la misma. Cada vez que se producen problemas en cualquiera de sus procesos se incurre en pérdidas de horas/hombres y de dinero, el cual se ve reflejado en la parte de presupuesto.

Anteriormente **INPROCA** recibía Aluminio primario por parte de la empresa **C.V.G. VENALUM** pero por falta de presupuesto, sumándole a esto la escasez del mismo, se acordó la separación.

# CAPÍTULO III

# MARCO TEÓRICO

## 3.1 Ingeniería de Métodos

La ingeniería de métodos se puede definir como el conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo e indirecto a un concienzudo escrutinio, con vistas a introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y que permitan que este se haga en el menor tiempo posible y con una menor inversión por unidad producida, por lo tanto, el objetivo final de la ingeniería de métodos es el incremento en las utilidades de la empresa.

Los términos análisis de operaciones, simplificación del trabajo e ingeniería de métodos se utilizan con frecuencia como sinónimos. En la mayor parte de los casos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo y, en consecuencia, reducir el costo por unidad.

La ingeniería de métodos implica trabajo de análisis en dos etapas de la historia de un producto, continuamente estudiará una y otra vez cada centro de trabajo para hallar una mejor manera de elaborar el producto.

## 3.2 Importancia de Métodos

- Mejora la eficiencia al eliminar el trabajo innecesario, las demoras evitables y otras formas de desperdicios.

- Técnica más recomendada para incrementar la productividad de la empresa, sus aplicaciones incluyen tanto el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades para fabricar un producto.

- Determinación del tiempo estándar que se requiere para la fabricación del producto.

- Cumplimiento de normas o estándares establecidos.
- Retribución al trabajador por su rendimiento.

- Mejorar la distribución de la fábrica o taller así como los modelos de maquinaria e instalaciones.

- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.

- Mejorar la utilización de los materiales, maquinaria y mano de obra.

## 3.3 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.

## 3.4 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.

### 3.5 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.

### 3.6 Diagrama de Operaciones

Es un gráfico que muestra la secuencia lógica de todas la operaciones del puesto de trabajo, taller, maquinas o área en estudio, así como los márgenes de tiempo, inspecciones y materiales a utilizar en un proceso de fabricaron o administrativo, desde la llegada de la materia prima, hasta el empaque o arreglo final del producto terminado. Señala el ensamblaje con el conjunto principal, se aprecian detalles generales de fabricación. Es usado para revisar cada operación en inspección desde el punto de vista de los enfoques primarios del análisis de operaciones.

### 3.7 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.

### 3.8 Diagrama de Flujo y/o Recorrido

Es un plano o diagrama de la empresa donde se representa el área de trabajo, este muestra la ubicación específica de las maquinas, puestos de trabajos, los movimientos que realizan y las distancia de una área a la otra.

Este tipo de diagrama es importante debido a que nos orienta o nos da una visión de los recorridos que se ejecutan entre el operario y las máquina y la distancia que este debe recorrer. Así se puede determinar cómo distribuir mejor el espacio de trabajo y lograr que el operario no se retrase tanto al trasladarse.

También al realizar este diagrama se nos da un panorama de las operaciones secuenciales que se dan enumeradas desde la primera operación hasta la última que se efectúa.

### 3.9 Elaboración del Diagrama de Operaciones

Cuando se elabora un diagrama de esta clase se utilizan dos símbolos: un círculo pequeño que generalmente tiene 10 mm (o 3/8 pulgadas) de diámetro, para representar una operación, y un cuadrado, con la misma medida por lado, que representa una inspección.

Los símbolos son representaciones estandarizadas que permiten elaborar los diagramas de una manera uniforme y están regidos por la ISO (Oficina Nacional Estandarizada).

**Simbología**

- **Operación**

Ocurre cuando la pieza en estudio se transforma intencionalmente, o bien, cuando se estudia o planea antes de realizar algún trabajo de producción en ella. Algunos analistas prefieren separar las operaciones manuales de aquellas que se refieren a trámites administrativos. Las operaciones manuales se relacionan con la mano de obra directa, mientras que los referentes a simples trámites (papeleo) normalmente son una parte de los costos indirectos o gastos.

- **Inspección**

Tiene lugar cuando la parte se somete a examen para determinar su conformidad con una norma o estándar.

**3.10 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.

### 3.11 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.

### 3.12 Fundición

La Fundición de metales es el proceso de fabricación de piezas mediante el colado del material derretido en un molde. Los mismos molde son elaborados en arena y arcilla debido a la abundancia de estos materiales y también a la resistencia que tiene al calor, permitiendo además que los gases se liberen al ambiente de manera natural cosa que el metal como molde no permitiría.

La Fundición se puede realizar de muchas maneras, pero todas obedecen al principio anteriormente descrito, el proceso comienza con la elaboración del modelo que es la pieza que se desea reproducir, usualmente es hecha en madera o yeso, pero cuando la producción es en masa se utiliza una maquina en metales blandos como es el caso del aluminio. Es evidente que la maquina en metales blandos que debe ser ligeramente más grande que la pieza que se desea fabricar ya que existe contracciones del metal cuando se enfría, incluso son necesarias las previsiones para evacuación de gases, usualmente conocidos como venteos.

### 3.13 Fundición maleable

Industrialmente este proceso se realiza en dos etapas conocidas como primera y segunda fases de recocido.

En la primera fase del recocido, la fundición blanca se calienta lentamente a una temperatura comprendida entre 840 y 980ºC.

La segunda fase del recocido consiste en un enfriamiento muy lento al atravesar la zona crítica del proceso.

### 3.14 Fundición en coquilla

Las fundiciones en coquilla, se obtienen colando el metal fundido en coquilla metálica. De esta forma se obtienen piezas constituidas por una capa periférica dura y resistente a la abrasión, que envuelve totalmente a un corazón más blando, siendo necesario para conseguir buenos resultados tener un control muy cuidadoso de la composición y de la velocidad de enfriamiento.

### 3.15 Fundición aleada

Las fundiciones aleadas son aquellas que contienen uno o más elementos de aleación en cantidades suficientes para mejorar las propiedades físicas o mecánicas de las fundiciones ordinarias. Los elementos que normalmente se encuentran en las primeras materias, como el silicio, manganeso, fósforo y azufre no se consideran como elementos de aleación.

### 3.16 Moldes de arena en verde

Es el método más común que consiste en la formación del molde con arena húmeda, usada en ambos procedimientos. La llamada arena verde es simplemente arena que no se ha curado, es decir, que no se ha endurecido por horneado. El color natural de la arena va desde el blanco hasta el canela claro, pero con el uso se va ennegreciendo. La arena no tiene suficiente resistencia para conservar su forma, por ello se mezcla con un aglutinante para darle resistencia; luego se agrega un poco de agua para que se adhiera. Esta arena se puede volver a emplear solo añadiendo una cantidad determinada de aglutinante cuando se considere necesario.

### 3.17 Horno de crisol

Es un depósito en forma de tronco cónica en el cual el metal está completamente aislado del combustible, siendo su principal característica de presentar un envase con la parte superior descubierta lo cual permite la eliminación de los gases y la obtención del metal líquido. Una de las ventajas en fundir metales no ferrosos con crisol es que se tiene una aleación más limpia.

### 3.18 Análisis Operacional

Realizar un estudio enfocándose en: el diseño, materiales, tolerancia, procesos y herramientas, y en base a esto se plantean las siguientes interrogantes con el propósito de poder detectar los posibles cambios en cada uno de ellos. Ya sea haciéndolos más eficientes, productivos, o en su defecto poder eliminar procesos innecesarios.

Las interrogantes planteadas en forma general serian:

- Estudiar los elementos productivos e improductivos de una operación.
- Dirigir la atención del operario y el diseño del trabajo preguntando quién.
- Realizar un estudio en la distribución de planta preguntando dónde.
- Realizar arreglos, ya sea: simplificando, eliminando, combinando y arreglando las operaciones.

**Objetivos:**

- Usar el análisis de la operación para mejorar métodos.
- Aplicar las interrogantes: por qué, cómo, cuándo, dónde, quién, de tal forma que en base a esto nos permita poder identificar los procesos y métodos que podamos mejorar para, con el fin de mejorar métodos, procesos, tiempos.

**Puntos Clave:**

- ✓ Use el análisis de la operación para mejorar el método.
- ✓ Centre la atención en el propósito de la operación preguntando porque.
- ✓ Centre su enfoque en diseño, materiales, tolerancias, procesos y herramientas preguntando cómo.
- ✓ Dirija al operario y el diseño del trabajo preguntando quien.
- ✓ Concéntrese en la distribución de planta preguntando dónde.
- ✓ Examine con detalle la secuencia de manufactura preguntando cuando.
- ✓ Siempre intente simplificar eliminando, combinando y re−arreglando las operaciones.

Esto puede ser englobado en los siguientes nueve enfoques del análisis de operación.

**Propósito de la Operación**

Quizá sea el más importante de los nueve puntos del análisis de la operación. La mejor manera de simplificar una operación es formular una manera de obtener los mismos resultados o mejores sin costo adicional. La regla elemental de un analista es tratar de eliminar o combinar una operación antes de intentar mejorarla.

En la actualidad se lleva a cabo mucho trabajo innecesario. Las tareas no deben simplificarse o mejorarse sino, eliminarse por completo. No tienen que capacitarse personal, no habrá costos mayores en la instalación del nuevo método ya que se haya eliminado una operación innecesaria

Las operaciones innecesarias a menudo aparecen por el desempeño inadecuado de la operación anterior, desarrollando la necesidad de una operación extra para corregirle trabajo anterior.

**Diseño del Trabajo**

Debido al nuevo reglamento (como OSHA) y preocupación por la salud, las técnicas de diseño del trabajo manual y los principios de la economía de movimiento integran a la ergonomía, diseño de herramientas y condiciones de trabajo y ambientales.

**Análisis de la Operación**

1. ¿Es posible lograr mejores resultados de otra manera?
2. ¿Se puede eliminar la operación analizada?
3. ¿Se puede combinar con otra?
4. ¿Se puede efectuar durante el tiempo muerto de otra?
5. ¿Es la secuencia de operaciones la mejor posible?
6. ¿Debe realizarse la operación en otro departamento, para ahorrar en costo y manejo?

**Diseño de la Pieza**

1. ¿Se puede simplificar los diseños para reducir el número de partes?
2. ¿Se pueden reducir el número de operaciones y las distancias recorridas en la fabricación, ensamblando mejor las partes y facilitando el maquinado?
3. ¿Se pueden utilizar otros materiales mejores?

**Tolerancias y Especificaciones**

1. ¿Son necesarias las tolerancias, el margen, el acabado y otros requisitos?
2. ¿Son costosas estas especificaciones?
3. ¿Son adecuadas para la pieza?

Se refiere a las tolerancias y especificaciones que se relacionan con la calidad del producto, su habilidad para satisfacer una necesidad dada. Mientras las tolerancias y las especificaciones siempre se toman en cuenta al revisar el diseño, en general, esto no es suficiente. Debe estudiarse independiente mente de otros enfoques del análisis de la operación.

El analista debe estar pendiente de especificaciones demasiado liberadas lo mismo que de las restrictivas.

Cerrar una tolerancia a menudo facilita una operación de ensamble u otro paso subsiguiente.

En el proceso final del producto terminado, se pueden permitir una cierta tolerancia en cuanto a la calidad del producto. Esta tolerancia no debe rebasar un cierto porcentaje establecido, debido a que no tendría la calidad que se requiere para poder obtener un muy buen servicio.

**Material**

¿Qué material debe usar? Es la pregunta que el ingeniero debe formular en este punto. Y para su análisis debe desarrollar los siguientes puntos.

1. Encontrar un material menos costoso.
2. Encontrar materiales que sean más fáciles de procesar. Usar materiales de manera más económica
3. Usar materiales de desecho.
4. Usar materiales y suministrar de materia más económica.
5. Estandarizar los materiales.
6. Encontrar el mejor proveedor respecto a precio y disponibilidad.

Para el desarrollo de esta investigación se llevaron a cabo minuciosos estudios acerca de qué sistema de almacenamiento debido al tipo y cantidad de materia prima utilizada en la empresa. En este estudio realizado intervienen muchos factores como son: costo, que se puedan aprovechar al máximo posible las instalaciones de almacenamiento existentes, utilización de

desechos, estandarizar los materiales, tener un buen proveedor con buena disponibilidad y un buen precio.

1. Considerar el tamaño, en uso apropiado y las condiciones y características adecuadas.

2. ¿Puede emplearse material de más bajo costo?

**Proceso de Manufactura**

El ingeniero de métodos debe entender que el tiempo dedicado al proceso de manufactura se divide en dos pasos: plantación y control de inventarios.

Para perfeccionar el proceso de manufactura, el analista debe considerar lo siguiente:

1. Reorganización de las operaciones.
2. Mecanizado de las operaciones manuales.
3. Utilización de instalaciones mecánicas más eficientes Operación más eficiente de las instalaciones mecánicas.
4. Fabricación cerca de la forma final.
5. Uso de robots.

¿Qué material debe usar? Es la pregunta que el ingeniero debe formular en este punto. Y para su análisis debe desarrollar los siguientes puntos.

- Encontrar un material menos costoso.
- Encontrar materiales que sean más fáciles de procesar.
- Usar materiales de manera más económica.
- Usar materiales de desecho.
- Usar materiales y suministrar de materia más económica.
- Estandarizar los materiales.

- Encontrar el mejor proveedor respecto a precio y disponibilidad.

Para el desarrollo de esta investigación se llevaron a cabo minuciosos estudios acerca de qué sistema de almacenamiento debido al tipo y cantidad de materia prima utilizada en la empresa. En este estudio realizado intervienen muchos factores como son: costo, que se puedan aprovechar al máximo posible las instalaciones de almacenamiento existentes, utilización de desechos, estandarizar los materiales, tener un buen proveedor con buena disponibilidad y un buen precio.

**Manejo de Materiales**

El manejo de materiales puede llegar a ser un problema en la producción ya que agrega poco valor al producto, consume una parte del presupuesto de manufactura. Este manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, lugar, tiempo, espacio y cantidad. El manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro.

Cada operación del proceso requiere materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, el eficaz manejo de materiales. Se asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta.

El manejo de materiales debe considerar un espacio para el almacenamiento.

El manejo de materiales incluye movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. Primero, el manejo de material debe asegurar que las partes, la materia prima y los materiales en el proceso se muevan periódicamente de un lugar a otro mediante:

- Reducción del tiempo dedicado a recoger el material.
- Usar equipo mecanizado o automático.
- Utilizar las instalaciones de manejo de materiales existentes.

- Manejar los materiales con más cuidado.
- Considerar la aplicación de códigos de barras par los inventarios y actividades relacionadas.

**Riesgos de un Manejo Ineficiente de Materiales**

- Sobrestadía de los productos terminados.
- Desperdicio de tiempo de máquina.
- Lento movimiento de los materiales por la planta. Todos han perdido algo en un momento o en otro.
- Un mal sistema de manejo de materiales puede ser la causa de serios daños a partes y productos.
- Un mal manejo de materiales puede dislocar seriamente los programas de producción.
- Desde el punto de vista de la mercadotecnia, un mal manejo de materiales puede significar clientes inconformes.
- Otro problema se refiere a la seguridad de los trabajadores.

**Preparación y Herramental**

Uno de los elementos más importantes de todas las formas de trabajo, herramientas y preparación de su economía. La cantidad de herramientas que proporciona las mayores ventajas depende de:

1. La cantidad de producción.
2. Lo repetitivo del negocio.
3. La mano de obra.
4. Los requerimientos de entrega.
5. El capital necesario.

Así como:

- Reducción de tiempos de preparación.
- Uso de toda la capacidad de la máquina.
- Uso de herramientas más eficientes.

**Almacenamiento de Materiales**

El servicio de almacenamiento tiene la finalidad de guardar las herramientas, materiales, piezas y suministros hasta que se necesiten en el proceso de fabricación. Este objetivo puede enunciarse de forma más completa como la función de proteger las herramientas, materiales, piezas y suministros contra pérdidas debido a robo, uso no autorizado y deterioro causado por el clima, humedad, calor, manejo impropio y desuso.

Además, la función de almacenamiento cumple el fin adicional de facilitar un medio para recuento de materiales, control de su cantidad, calidad y tipo, en cuanto a la recepción de los materiales comprados y asegurar mediante el control de materiales que las cantidades requeridas de los mismos se encuentren a mano cuando se necesiten.

Probablemente, los mayores errores observados en los almacenamientos son la falta de espacio suficiente y la colocación de las zonas de almacenamiento temporal demasiado lejos de los puntos en que se utilizan los materiales. La cantidad de espacio que debe destinarse puede calcularse muy fácilmente si se conocen la cuantía de los pedidos y las cantidades máximas en existencia de cada artículo. Si la planta que se proyecta es nueva y no se dispone de datos, deben calcularse de manera estimada las cantidades de cada artículo que se almacenarán y su volumen, la suma de dichos volúmenes dará el volumen total de espacio necesario para el almacén; la superficie del suelo puede calcularse determinando la altura a que se apilará cada artículo o el número de bandejas o estantes que se utilizarán en sentido vertical.

**Distribución de Planta:**

El objeto principal de la distribución de planta es desarrollar un sistema de producción que permita la manufactura del número deseado de productos, con la calidad deseada al menos costo, mediante el estudio de:

Tipos de distribución:

- Graficas de recorrido.
- Plantación del sistema de la distribución de Muther.
- Distribución de planta asistida por computadora.

**Espacio para Almacenamiento**

El espacio requerido para almacenamiento puede ser para diferentes propósitos. El método de determinación de espacio necesita, sin embargo, ser el mismo para todo. Consiste principalmente en enumerar los diferentes artículos para ser almacenados y expresar sus características físicas en pies cuadrados o cúbicos para poder ser almacenados. A menudo, los cálculos son hechos con programas de computadoras, usando información de almacenamiento para otros propósitos. Unos pocos cálculos serán necesarios para hacer una aproximación del espacio requerido para almacén en una planta.

Factores a considerar en situaciones ordinarias de almacenamiento:

- Balanceo de líneas.
- El volumen de la producción.
- Espacio disponible.
- Altura disponible.
- Tamaño de la carga.
- Características de los materiales.
- La distancia desde el punto de uso.

- El método de manejo y el equipo.
- La tasa de producción.
- La producción del producto.
- Calidad del proceso.
- Requisitos ambientales.
- Tiempo de almacenamiento.
- Dirección de flujo.
- Costo de almacenamiento.
- Volumen de almacenamiento requerido.

**3.19 Organización Internacional del Trabajo (OIT)**

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) fue creada por el Tratado de Versalles en 1919, junto con la Sociedad de las Naciones. Nacida tras el caos de la primera guerra mundial y templada por casi un siglo de cambios turbulentos, la OIT tiene como fundamento el principio –inscrito en su Constitución - de que la paz universal y permanente sólo puede basarse en la justicia social. Desde su fundación la OIT y sus estructuras tripartitas que relacionan a los Estados Miembros con sus organizaciones de empleadores y trabajadores, han erigido un sistema de normas internacionales en todas las materias relacionadas con el trabajo.

Durante buena parte del siglo XX, la Organización Internacional del Trabajo fue incorporando el tripartismo y el diálogo social internacional en su estructura y mandato. Tras hacerlo por primera vez en 1919 cuando dichos conceptos quedaron plasmados en su Constitución, la pertinencia de los mismos nunca se vio menoscaba sino que más bien ha ido aumentando en vista de los desafíos que hoy plantea este mundo globalizado, especialmente cuando se persigue conciliar los imperativos de la justicia social con la competitividad de las empresas y el desarrollo económico. La cooperación

tripartita se entiende en sentido amplio y designa, en general, todos los tratos entre el Estado –representado por los gobiernos–, los empleadores y los trabajadores que versan sobre la formulación o la aplicación de la política económica y social.

Veinticinco años más tarde, la OIT se preparó para el período de reconstrucción que seguiría a la Segunda Guerra Mundial y adoptó la Declaración de Filadelfia que hoy constituye el Anexo de la Constitución de la OIT. En ella se definen nuevamente los objetivos y propósitos de la Organización. La Declaración se anticipó al aumento, después de la guerra, del número de países independientes y presagió el inicio de una cooperación técnica en gran escala con los países en desarrollo, que se llevaría a cabo paralelamente a la labor normativa que la OIT había comenzado en 1919.

En 1946 se aprobó un acuerdo en que se estableció la relación entre la OIT y las Naciones Unidas y, en consecuencia, se convirtió en el primer organismo especializado asociado con las Naciones Unidas. Con motivo de su 50º aniversario en 1969, la Organización fue galardonada con el Premio Nóbel de la Paz

La Declaración de la OIT relativa a los principios y derechos fundamentales en el trabajo reafirmó en junio de 1998 el compromiso de los 174 miembros de la Organización de respetar los principios relativos a cuatro categorías de derechos fundamentales en el trabajo y de promover y materializar su aplicación universal:

a) La libertad de asociación y la libertad sindical y el reconocimiento efectivo del derecho de negociación colectiva.

b) La eliminación de todas las formas de trabajo forzoso u obligatorio.

c) La abolición efectiva del trabajo infantil; y

d) La eliminación de la discriminación en materia de empleo y ocupación.

Hasta el 4 de marzo de 1999, fecha en que es elegido el chileno Juan Somavia el primer Director General de la OIT procedente del hemisferio sur, la OIT tuvo 8 Directores Generales.

Ese mismo año la Conferencia adopta el Convenio 182, relativo a la prohibición e inmediata eliminación de las peores formas de trabajo infantil.

En su primer informe a la Conferencia Internacional del Trabajo de 1999, el señor Somavía escribe: “la primera meta de la OIT es hoy promover las oportunidades para que las mujeres y los hombres puedan obtener un trabajo decente y productivo, en condiciones de libertad, igualdad, seguridad y dignidad humana”. Para ello traza una triple cartera de políticas orientadas a mejorar las vidas y las condiciones de trabajo de hombres y mujeres, generar empleo para un creciente número de trabajadores sin empleo y subempleados, y forjar un nuevo consenso entre la comunidad internacional, las empresas y el trabajo para hacer frente a las consecuencias sociales de la globalización.

En esta perspectiva en febrero de 2002 se instituye la Comisión Mundial sobre la Dimensión Social de la Globalización, como organismo independiente creado para dar respuesta a las necesidades de las personas dados los cambios sin precedentes que la globalización provoca en sus vidas, sus familias y en la sociedad en donde viven.

La Organización Internacional del Trabajo, cuya sede principal está en Ginebra, Suiza, es un organismo especializado de la Organización de las Naciones Unidas que procura fomentar la justicia social y los derechos humanos y laborales internacionalmente reconocidos.

Con este objetivo formula políticas y programas internacionales para contribuir a mejorar las condiciones de vida y de trabajo; elabora normas laborales internacionales que sirven de directrices a las autoridades nacionales para llevar a la práctica esas políticas. Asimismo ejecuta un amplio programa de cooperación técnica para ayudar a los gobiernos a hacer más eficaces esas políticas, y para impulsar esos esfuerzos lleva a cabo actividades de capacitación, educación e investigación.

La finalidad primordial de la OIT es promover oportunidades para que los hombres y las mujeres puedan conseguir un trabajo decente en condiciones de libertad, equidad, seguridad y dignidad humana. El trabajo decente es el punto de convergencia de sus cuatro objetivos estratégicos:

- La promoción de los derechos fundamentales en el trabajo;
- La promoción de mayores oportunidades para la creación de empleos;
- La ampliación de la protección social para todos, y
- El fortalecimiento del diálogo social.

**3.20 Estructura de la OIT**

La OIT realiza su labor a través de tres órganos principales, los cuales se atienen a la característica singular de la Organización: su estructura tripartita (dado que en ella participan gobiernos, empleadores y trabajadores).

1. La Conferencia Internacional del Trabajo, que se reúne una vez al año, establece las normas internacionales mínimas del trabajo y define las políticas generales de la Organización. Cada dos años, adopta el programa bienal de trabajo de la OIT, así como su presupuesto que es financiado por los Estados Miembros.
2. El Consejo de Administración, es el órgano ejecutivo de la OIT y se reúne tres veces por año en Ginebra. Adopta decisiones acerca de la política de la OIT y establece el programa y el presupuesto que, a continuación, presenta a la Conferencia para su adopción. También elige al Director General de la Oficina Internacional del Trabajo.
3. La Oficina Internacional del Trabajo, con sede en Ginebra constituye el secretariado permanente de la Organización Internacional del Trabajo y funciona asimismo como sede operativa, centro de investigación y casa editora.

En su trabajo, el Consejo de Administración y la Oficina Internacional del Trabajo son asistidos en sus labores por Comisiones tripartitas (que se ocupan

de los principales sectores económicos) y por Comités de expertos en materias tales como formación profesional, desarrollo gerencial, seguridad e higiene en el trabajo, relaciones laborales, educación obrera y problemas específicos de determinadas categorías de trabajadores (jóvenes, mujeres, discapacitados, etc.). A la fecha la OIT realiza actividades en 22 sectores económicos.

La estructura tripartita de la OIT, única en el sistema de las Naciones Unidas, permite que los representantes de los empleadores y de los trabajadores -"los interlocutores sociales"- participen en pie de igualdad con los gobiernos en la formulación de las políticas y programas.

La OIT fomenta también el tripartimo dentro de cada Estado Miembro, promoviendo un "diálogo social" en el que las organizaciones sindicales y de empleadores participan en la formulación y, cuando sea necesario, la aplicación de las políticas nacionales en los ámbitos social y económico, así como en otras muchas cuestiones.

### 3.21 Normas Internacionales de la OIT

Desde 1919, la OIT y sus estructuras tripartitas que relacionan a los gobiernos de los Estados miembros con sus organizaciones de empleadores y trabajadores, han erigido un sistema de normas internacionales en todas las materias relacionadas con el trabajo.

Estas normas de la OIT adoptan la forma de Convenios o Recomendaciones internacionales de trabajo. Los primeros son tratados internacionales sujetos a la ratificación de los Estados Miembros de la organización. Las recomendaciones son instrumentos no obligatorios que sirven de orientación en la materia, en los ámbitos político, legislativo y práctico.

Ocho convenios son considerados fundamentales para los derechos de quienes trabajan y deben ratificados y aplicados por todos los Estados Miembros de la organización. De ahí que se los denomine Convenios fundamentales de la OIT.

Otros cuatro convenios sobre asuntos de capital importancia para las instituciones y la política del trabajo se consideran convenios prioritarios. El resto de los instrumentos que abarcan una amplia gama de temas se han clasificado en unas 12 categorías de convenios y recomendaciones.

Los mecanismos de control de aplicación de las normas internacionales del trabajo, que utiliza la OIT para asegurar que sus convenios se incorporen a la legislación y a la práctica, cumplen una función modelo en cuanto a eficacia y eficiencia.

Durante muchos decenios, la OIT ha ayudado a crear normas laborales de importancia histórica, como la jornada de trabajo de ocho horas, la protección de la maternidad, las leyes sobre trabajo infantil, y una amplia gama de políticas que promueven la seguridad en el lugar del trabajo y las relaciones laborales armoniosas.

### 3.22 Preguntas que sugiere la OIT

Existe una lista indicativa de preguntas utilizables al aplicar el interrogatorio previsto en el estudio de métodos que sugiere la Organización Internacional del Trabajo. Están agrupadas bajo los siguientes epígrafes:

**Preguntas de la OIT**

**A. Operaciones**

1.- ¿Qué propósito tiene la operación?

2.- ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella?

3.- ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?

4.- ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?

5.- ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan el producto?; ¿o se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?

6.- ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?

7.- ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?

**B. Diseño de Piezas y Productos**

1.- ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?

2.- ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?

3.- ¿Pueden obtenerse resultados equivalentes cambiando el modelo de modo que se reduzcan los costos?

4.- ¿Puede mejorarse el aspecto del artículo sin perjuicio para su utilidad?

5.- ¿El aspecto y la utilidad del producto son los mejores que se puedan presentar en plaza por el mismo precio?

**C. Normas de Calidad**

1.- ¿Todas las partes interesadas se han puesto de acuerdo acerca de lo que constituye una calidad aceptable?

2.- ¿Qué condiciones de inspección debe llevar esta operación?

3.- ¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?

4.- ¿Son realmente apropiadas las normas de tolerancia y demás?

5.- ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar necesariamente los costos?

6.- ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?

7.- ¿Existe alguna forma de dar al producto un acabado de calidad superior al actual?

8.- ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?

9.- ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?

10.- Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspección, ¿aumentarían o disminuirían las mermas, desperdicios y gastos de la operación, del taller o del sector?

11.- ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?

12.- ¿Una modificación a la composición del producto podría dar como resultado una calidad más uniforme?

**D. Utilización de Materiales**

1.- ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?

2.- ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?

3.- ¿No se podría utilizar un material más ligero?

4.- ¿El material es entregado lo suficientemente limpio?

5.- ¿Se saca el máximo partido al material al elaborarlo? ¿Y al cortarlo?

6.- ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, aguas, pintura, aire comprimido, electricidad? ¿Se controla su uso y se trata de economizarlos?

7.- ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?

8.- ¿Se podrían utilizar los sobrantes o los retazos?

9.- ¿Se podrían clasificar los sobrantes o retazos para venderlos mejor?

10.- ¿La calidad de materiales es uniforme?

11.- ¿El material es entregado sin bordes filosos?

12.- ¿Se altera el material con el almacenamiento?

**E. Disposición del Lugar de Trabajo**

1.- ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?

2.- ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?

3.- ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje?

4.- ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?

5.- ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?

6.- ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?

7.- ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?

8.- ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?

9.- ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

**F. Manipulación de Materiales**

1.- ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?

2.- ¿Se deberían utilizar carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla?

3.- ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?

4.- ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?

5.- ¿Se justifica un transportador? Y en caso afirmativo, ¿Qué tipo sería más apropiado para el uso previsto?

6.- ¿Se puede empujar el material de un operario a otro a lo largo del banco?

7.- ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?

8.- ¿Puede el material llevarse hasta un punto central de inspección con un transportador?

9.- ¿Podría usarse con provecho algún dispositivo neumático o hidráulico para izar?

10.- ¿Se resolvería más fácilmente el problema en curso y manipulación de los materiales trazando un cursograma analítico?

11- ¿Está el almacén en un lugar cómodo?

12.- ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?

13.- ¿Podría la materia prima que llega, ser despachada desde el primer lugar de trabajo para así evitar la manipulación doble?

14.- ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la manipulación doble?

15.- ¿Se pueden comprar materiales en tamaños más fáciles de manipular?

16.- ¿Se ahorrarían demoras si hubieran señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?

17. ¿Se evitarían las esperas por el montacargas con una mejor planificación?

18. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?

**G. Organización del Trabajo**

1.- ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?

2.- ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?

3.- ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?

4.- ¿Cómo se consiguen los materiales?

5.- ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?

6.- ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?

7.- ¿Los materiales están bien situados?

8.- ¿Cómo se mide la cantidad de material acabado?

9.- ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?

10.- ¿Cómo está organizado la entrega y mantenimiento de las herramientas?

11.- ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?

12.- ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajaran y se les da suficientes explicaciones?

13.- Cuándo los trabajadores no alcanzan cierta forma de desempeño, ¿se averiguan las razones?

14.- ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

**H. Condiciones de Trabajo**

1.- ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?

2.- ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no podrían utilizar ventiladores o estufas?

3.- ¿Se justificaría la instalación de aparatos ventiladores?

4.- ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?

5.- ¿Se pueden eliminar los vapores, humo y el polvo con sistemas de evacuación?

6.- ¿Se puede proporcionar una silla o cualquier otro artefacto similar?

7.- ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?

8.- ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?

9.- ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?

10.- ¿Se le enseño al trabajador a evitar los accidentes?

11.- ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?

12.- ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?

13.- ¿Con cuanta minucia se limpia el lugar de trabajo?

14.- ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?

I. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto

1.- ¿Es la tarea aburrida o monótona?

2.- ¿Puede hacerse la operación más interesante?

3.- ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?

4.- ¿Cuál es el tiempo del ciclo?

5.- ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?

6.- ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?

7.- ¿Puede el operario hacer la pieza completa?

8.- ¿Es posible y deseable la rotación entre los puestos de trabajo?

9.- ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

**3.23 Técnica del Interrogatorio**

Es el medio para efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas. Se tienen a su vez dos fases:

**FASE I *(Consiste en describir los cincos elementos básicos)***

- ✓ El propósito ¿Con qué Propósito-objetivo-qué?
- ✓ El lugar ¿Dónde Lugar-dónde?
- ✓ La sucesión ¿En qué Sucesión-secuencia/orden-cómo?
- ✓ La persona ¿Por la qué Medios-máquina?
- ✓ Los medios ¿Por los qué Persona-individuos?

Se comprenden las actividades con objeto de: eliminar, combinar, reordenar y reducir las operaciones factibles al cambio. En esta primera etapa del interrogatorio se pone en tela de juicio, sistemáticamente y con respecto a cada actividad registrada, el propósito, lugar, sucesión, persona y medios de ejecución, y se le busca justificación a cada respuesta.

Combinando las dos preguntas preliminares y las dos preguntas de fondo de cada tema (propósito, lugar, etc.) se llega a la lista completa de interrogaciones, es decir:

**Propósito:**

- ¿Qué se hace?
- ¿Por qué se hace?
- ¿Qué otra cosa podría hacerse?
- ¿Qué debería hacerse?

**Lugar:**

- ¿Dónde se hace?
- ¿Por qué se hace allí?
- ¿En qué otro lugar podría hacerse?
- ¿Dónde debería hacerse?

**Sucesión:**

- ¿Cuándo se hace?
- ¿Por qué se hace entonces?
- ¿Cuándo podría hacerse?
- ¿Cuándo debería hacerse?

**Persona:**

- ¿Quién lo hace?
- ¿Por qué lo hace esa persona?
- ¿Qué otra persona podría hacerlo
- ¿Quién debería hacerlo?

**Medios:**

- ¿Cómo se hace?
- ¿Por qué se hace de ese modo?
- ¿De qué otro modo podría hacerse?
- ¿Cómo debería hacerse?

Esas preguntas, en ese orden deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición básica de un buen resultado.

✓ **Segunda Fase: Preguntas a Fondo**

Prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible remplazarlo por otro lugar, sucesión, persona, medio u otros. Se investiga que se hace y porque se hace según el “Deber Ser”.

1. **Idear:** Consiste básicamente en crear, innovar, nuevas formas de hacer los procedimientos considerando las circunstancias para cada caso, es decir, teniendo en cuenta todas aquellas modificaciones de tipo objetivas y materiales que garanticen las mejoras. Se redimensiona el problema. En cuanto a calidad se define los planes muestreos, atributos y técnicas de evaluación y medición, estableciendo parámetros.

2. **Implantar:** El nuevo método, formando a las personas interesadas, como práctica general con el tiempo fijado, para garantizar la puesta en práctica de las mejoras teniendo en cuenta aspectos de planificación, disposición y aplicación.

3. **Mantener en Uso:** Se verifica los intervalos regulares, el cumplimiento de las propuestas y definir los mecanismos para corregir las variables, la aplicación de la nueva norma siguiendo los resultados obtenidos y comparándolo con los objetivos.

Estas etapas se aplican tanto al estudio de tiempos como al estudio de movimientos, dándole el perfil que requiere el análisis.

### 3.24 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.

### 3.25 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 100divisiones 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 marcará18 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.

### 3.26 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.

## 3.27 Estudio de Tiempos con Cronómetros

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

**Identificar el estudio**

- Nº. de estudio.
- Nº. de hojas.
- Nombre del tomador de Datos.
- Fecha del estudio.
- Quien aprueba el estudio.

**Información que permita identificar**

- El producto pieza.
- Nombre del producto.
- Nº. de pieza.
- Nº. 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 trabajoso 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 otro 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 electos que causan fatiga.
- ✓ Hacer especificaciones detalladas del trabajo.

## 3.28 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.

- **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.

- **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.

- **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.

- **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.

- **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 continúa. 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 acero, 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.

- **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).

- **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 máso 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 utilizara el Método Westinghouse, el cual es uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente.

### 3.29 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 Anexo 2).

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 de17 ºC mientras que generalmente se mantiene en 20 ºC a 23 ºC, 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.

- **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 agrade. 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.

- **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 ó 15 minuto 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.

- **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.

$$\boldsymbol{TE = TPS * Cv + \sum Tol}$$

**En donde:**

***TE* =** Tiempo Estándar

***TN* =** TPS x Cv

***TPS* =** Tiempo Promedio Seleccionado

***Cv*=** Factor de Calificación Cv = 1 ± c

***c* =** Coeficiente de confianza

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

- **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.

- **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:**

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

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

- **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 ±5 % se debe mejorar o sustituir. Debe ser simple, conciso, de fácil explicación y con puntos de referencias bien establecidos.

- **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:

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

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.

- **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.

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

$$\boldsymbol{JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP}$$
$$\boldsymbol{TN \rightarrow x}$$

- **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):

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

- Determinar la Desviación Estándar (S):

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

- Determinar el Intervalo de la muestra (Im):

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

- Criterio de Decisión:

Si

$$\mathbf{Im} \leq \mathbf{I}, \mathbf{Se\ acepta\ n}$$

$$\mathbf{Im} \geq \mathbf{I}, \mathbf{Se\ rechaza\ n}$$

$$\therefore \mathbf{se\ recalcula\ n}$$

- Nuevo tamaño de la muestra N':

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

$$\therefore \mathbf{N} = \mathbf{N'} - \mathbf{n}$$

- **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**

  - **Cálculo de TPS:**

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

  - **Calcular Cv:**

$$Cv = 1 \pm c$$

  - **Cálculo de TN:**

$$TN = TPS * Cv$$

  - **Análisis de Tolerancias.**

  - **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.

  - **Cálculo de la Fatiga:**

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

- **Calculo de JET:**

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

- **Normalizando:**

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

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

- **Calculo de Tiempo Estándar:**

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

$$TE = TN + \sum Tol$$

- **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 1).

| 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 |

**Figura 1.Tabla Método General Electric.**

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

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

### 4.1 Tipo de Investigación

La investigación se define como el estudio de los métodos, procedimientos y técnicas utilizados para obtener nuevos conocimientos, explicaciones y comprensión científica de los problemas y fenómenos planteados y por consiguiente, que puedan llevar a la solución de los mismos.

El diseño de una Investigación constituye el plan general del investigador para obtener respuestas a sus interrogantes o comprobar la hipótesis de investigación. El diseño de investigación desglosa las estrategias básicas que el investigador adopta para generar información exacta e interpretable. Los diseños son estrategias con las que se intenta obtener respuestas a preguntas como:

- Contar.
- Medir.
- Describir.

El diseño de investigación estipula la estructura fundamental y especifica la naturaleza global de la intervención.

El estudio realizado en la empresa INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A., es de tipo **No Experimental**, porque se lleva a cabo sin manipular deliberadamente las variables (Las piezas de aluminio). Es decir, se trata de un tipo de investigación donde no se realiza modificaciones intencionalmente de las variables independientes. Lo que se hace en la investigación no experimental es observar detalladamente fenómenos tal cual y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos “(Hernández, 184)”.

Igualmente se destaca, que el estudio es **Descriptivo**, ya que por medio del mismo, se puede puntualizar, definir y detallar minuciosa y exhaustivamente las condiciones actuales de los equipos y herramientas ubicadas dentro del lugar de trabajo.

Los estudios **Exploratorios** se efectúan comúnmente cuando el objetivo es examinar un tema o problemática de investigación poco cultivado o que no ha sido abordado anteriormente. Por ende es de tipo **exploratorio**, porque permitió analizar lo que realmente está pasando en el área de pintura de la empresa INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A., con todos y cada uno de los factores que repercuten en el proceso mismo.

De **Campo**, porque el estudio fue llevado a cabo observando los sucesos en el propio lugar de servicios de la empresa **INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A.,** y puesto que por medio del mismo se aplicaron métodos y técnicas que permitieron la recopilación de datos de información estrechamente relacionada con el proceso. En otras palabras, se efectúa una medición de los datos. Sin embargo, qué tanto datos se pueden obtener considerando las restricciones de cada estudio como por la carencia de recursos materiales, humanos, monetarios, físicos.

No obstante, hay un tipo de evaluación, la investigación evaluativa, que se caracteriza su rigurosidad y sistematicidad. “La redacción sistemática de información acerca de actividades, características y resultados de programas, para realizar juicios acerca del programa, mejorar su efectividad o informar la forma futura de decisiones” M.Q Patton.1996. Utilization-focusedevaluation (3rd ed). ThousamelOks: Sage. P. 23.

Por ende es **Evaluativo**, porque el objetivo es evaluar mediante un cuidadoso estudio y minucioso enfoque el método actual de trabajo de la empresa, a fin de determinar y corroborar las ineficiencias existentes.

**Aplicado,** debido a que permite la creación de procedimientos que servirán de guía para las acciones de mejora y eficacia en el proceso. Se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos que se adquieren, es decir, busca el conocer para hacer, actuar, construir y modificar.

## 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. Tamayoy 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 quese investiga para poder determinar cuáles son las categorías o aspectos que se pueden considerar como tipo representativo del fenómeno que se estudia.

La población para el estudio es el conjunto de los materiales de Aluminio seleccionados por la empresa INPROCA ubicada en la “Zona Industrial Chirica San Félix”, para la producción de sus aleaciones, todos ellos presentan las mismas características “mezcla de chatarra y derrames.”, el estudio se realizó a principio de febrero y poseen una capacidad de procesamiento “tal”.

Para realizar el estudio se escogió una muestra de “CARRETE” el cual se distribuye o pasa por los siguientes procesos de:

- Fundición maleable.
- Fundición aleada.
- Fundición en coquilla.
- Moldes de arena en verde.
- Horno de crisol.

## 4.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes recursos e instrumentos:

- **Entrevistas No-Estructurada**

Para llevar a cabo dicha investigación se utilizaron este tipo de entrevistas ya que la misma se realizó de forma espontánea y sin ningún tipo de limitaciones o controles en cuanto a las preguntas y respuestas que se suscitaron; mediante ellas se conversó con los supervisores encargados, para conocer de forma clara, precisa y detallada las actividades que se llevan a cabo en el recinto, la forma en la cual se desarrollan y cuál es su opinión acerca de la situación actual.

Dichas entrevistas fueron realizadas a todo el personal obrero, administrativo y de área gerencial, logrando encuestar a cada miembro de la empresa.

- **Observación Directa**

Consistió en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática los hechos, fenómenos o situaciones en función de los objetivos de la investigación. Los instrumentos utilizados fueron libreta o cuaderno de notas, cámara fotográfica y de video.

Se realizaron varias visitas a la empresa con el fin de estudiar el proceso de elaboración de pintado de la pieza y la observación del funcionamiento, comportamiento y estado de los equipos, y operarios.

- **Materiales**

Todos los necesarios para tomar notas y apuntes como:

- ✓ Cronómetro para estudio de tiempo.
- ✓ Formatos para estudio de tiempo que permitan registrar los tiempos tomados.
- ✓ Formatos para concesiones por fatiga.

- ✓ Tabla de método sistemático para asignar tolerancias por fatiga.
- ✓ Tabla Westinghouse.
- ✓ Tabla t- student.
- ✓ Calculadora.
- ✓ Papel.
- ✓ Lápiz.
- ✓ Computador. Se necesitó un computador para llevar de manera organizada la información de todos los datos recolectados en el estudio.

La información fue suministrada de manera directa por la encargada y el dueño, y por medio de la observación del proceso dentro de las instalaciones de la empresa INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A., empleándose como instrumento, la entrevista personal, plasmándose dicha información por medio del diagrama de proceso y el diagrama de flujo/recorrido.

- ❖ **Consultas Bibliográficas**

Fue utilizada básicamente para establecer el marco teórico, como apoyo para desarrollar el examen crítico dentro del procedimiento expuesto por la oficina internacional del trabajo OIT y en general para tener las bases teóricas necesarias para desarrollar el estudio.

### 4.4 Procedimiento Metodológico

El procedimiento que se realizó se presenta a continuación:

1. Se realizaron varias visitas a la empresa INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A. con la finalidad de observar con detalle cómo es llevado a cabo la elaboración de la pieza, así como la distribución de los equipos y almacenes en el área de trabajo.
2. Se estudió el método actual de trabajo que emplea la empresa INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A.
3. El problema seleccionado fue la inadecuada aplicación de pintura a la pieza en el área de pintado.

4. Se realizó un seguimiento detallado al material.

5. Se realizó el plano de redistribución de la empresa, señalando detalladamente cada área.

Como complemento a lo anterior se realizó el diagrama de flujo recorrido donde puede observarse el recorrido que realiza el material para obtener la pieza final.

6. Visita a la empresa **INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A.**, para observar de forma directa el trabajo que realiza el operario en el área de pintado.

7. Toma de tiempos de cada una las operaciones que se realiza en el pintado de los carretes.

8. Registrar los tiempos tomados en el formato.

9. Se calculó el tiempo promedio seleccionado de la actividad que se le está realizando el estudio.

10. Suponer un coeficiente de Confianza.

11. Hallar el Intervalo de Confianza.

12. Calcular el Intervalo de la Muestra y comparar con el Intervalo de Confianza.

13. Calificar al operario mediante el método Westinghouse para hallar el Cv.

14. Calcular el Tiempo Normal.

15. Asignar tolerancias (fatiga y necesidades personales).

16. Normalizar las Tolerancias.

17. Calcular el Tiempo Estándar.

18. Registro de toda la información necesaria para la aplicación del estudio de movimientos y tiempos en el proceso de elaboración de carretes.

19. Análisis de la información obtenida, para luego proceder a realizar las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

# CAPÍTULO V

## SITUACIÓN ACTUAL

Interamericana de Productos C.A. es una empresa que inicio en diciembre de 1990 procesando aluminio primario y secundario, en procesos de transformación de aluminio, para la producción de aleaciones especiales, piezas y partes.

En los momentos actuales la empresa Interamericana de Productos C.A. presenta demora en el área de pintado y problemas con el residuo de las piezas.

Se escoge hacer el seguimiento material, puesto que es el factor principal.

### 5.1 Método de Trabajo Detallado

Interamericana de Productos C.A. se encarga específicamente de la elaboración de una serie de productos de alta demanda en el mercado nacional y local. El procedimiento que esta empresa hace es el siguiente: Al momento que la materia prima llega al almacén, el encargado revisa y lleva el control en una hoja; esta es contada y clasificada; las mismas son apartadas de acuerdo al tipo de producto que solicite el cliente con el fin de realizar la pre-aleación necesaria, luego son llevadas al área de fundición.

El encargado selecciona una pila del aluminio primario y lo va agregando al horno que ya se encuentra previamente calentado, luego, el horno será también alimentado con metales aleantes primarios para permitir un mayor control de las aleaciones; mientras el proceso de fundición ocurre, otro grupo de trabajadores se encargan de la preparación de los moldes de arena Shell donde será vaciado el aluminio fundido.

Una vez ya conseguida la puesta a punto de licor de colada y de la aleación ideal, un operario se encarga de tomar la cuchara de fundición y verter en los moldes la colada, este proceso se repite tantos moldes se hayan preparado.

Al culminar esta etapa, se extraen las piezas de los moldes y estos son llevados al área de limado, donde el encargado procede a suavizar minuciosamente cada una de las piezas por separado; este proceso suele ser un poco lento.

Luego de haber culminado esa etapa de limado, las piezas son llevadas al área de pintado en él se colocan de manera suspendida en grupos de 30 para poder así el encargado pintarlas de manera uniforme; se espera que las piezas estén totalmente secas verificando una por una, las piezas que no cumplen las especificaciones de peso, dimensiones, se desechan y se reprocesan. Las pérdidas por fusión durante el proceso, utilizando aluminio primario, son bajas y parte de ellas recuperables, pues tanto los derrames como los recortes de las piezas elaboradas vuelven a ser nuevamente procesados y recuperados. Solo una pequeña parte del aluminio se pierde por evaporación, debido en gran parte al ineficiente sistema de cerrado de los hornos, que además permite que buena parte de la energía se pierda y no se proveche en un 100 %.

Luego que las piezas pintadas fueron examinadas se trasladan al área de empaquetado, donde un encargado las guarda una por una en las cajas, para poder estar listas a la espera del cliente.

Paso final, el encargado de hacer la entrega cuenta las piezas y verifica con el cliente la cantidad según la solicitad previamente hecha, una vez culminada esta etapa puede el cliente llevarse satisfactoriamente su pedido.

## 5.2 Diagrama de Proceso Actual

**Diagrama:** Diagrama de Procesos.

**Proceso:** Proceso de Producción de los carretes.

**Inicio:** Aluminio Primario Almacenado.

**Fin:** Carretes Embalados en el Almacén Temporalmente.

**Seguimiento:** Material.

**Método:** Actual.

**Fecha:** 10-02-14

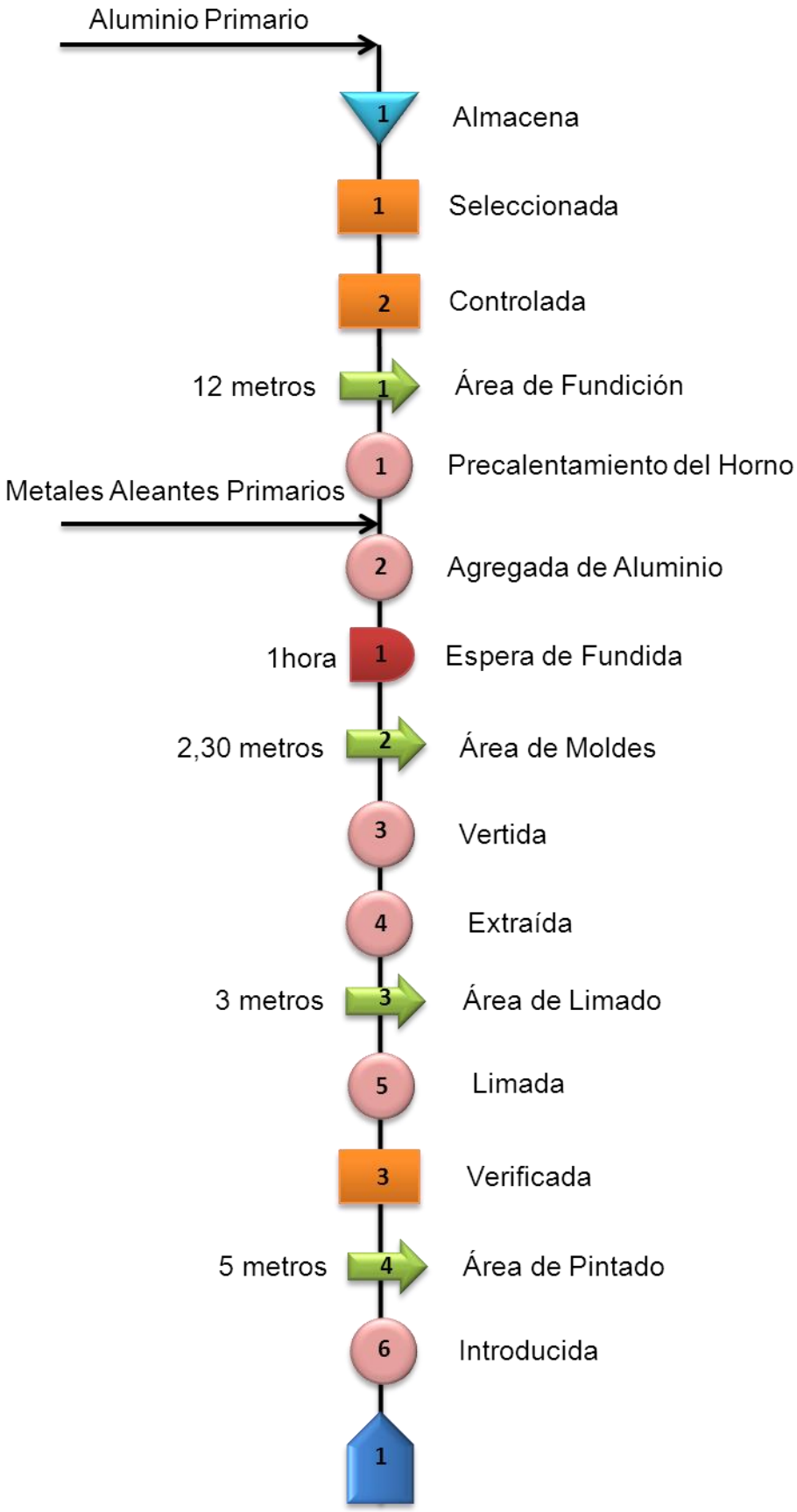
Aluminio Primario
1
Almacena
1
Seleccionada
2
Controlada
12 metros
1
Área de Fundición
1
Precalentamiento del Horno
Metales Aleantes Primarios
2
Agregada de Aluminio
1hora
1
Espera de Fundida
2,30 metros
2
Área de Moldes
3
Vertida
4
Extraída
3 metros
3
Área de Limado
5
Limada
3
Verificada
5 metros
4
Área de Pintado
6
Introducida
1

**Figura 2. Diagrama de Proceso Actual de laEmpresa para la Elaboración de Carretes**

**Fuente: Propia**

**Resumen:**

8

5

6 (12m+2,30m+3m+5m+4m+2m)=28,30metros

2 (1hora+10min)=1:10:00

2

**Total: 23**

## 5.3 Plano de Distribución de la Empresa Actual

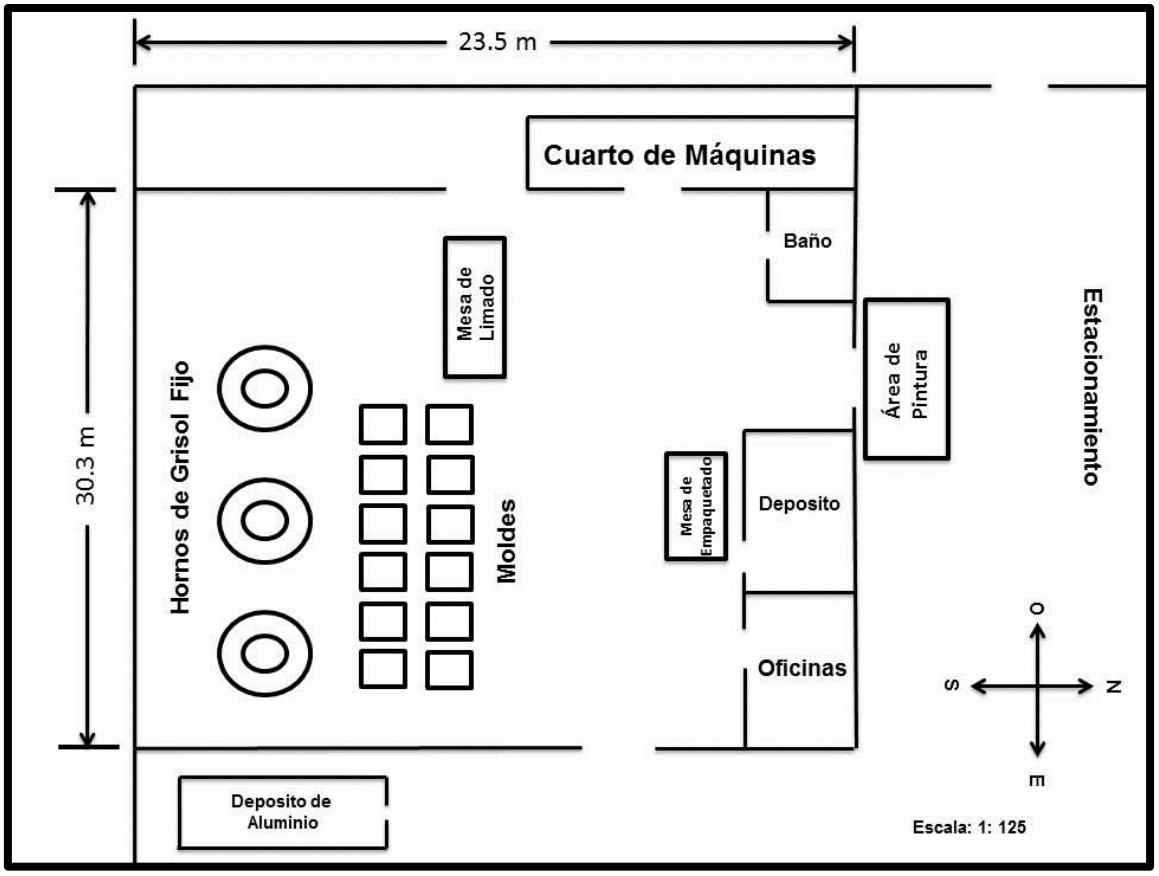


**Figura 3. Plano de Distribución Actual de la Empresa para la Elaboración de Carretes**

**Fuente: Propia**

## 5.4 Diagrama de Flujo y/o Recorrido Actual de la Elaboración de Carretes

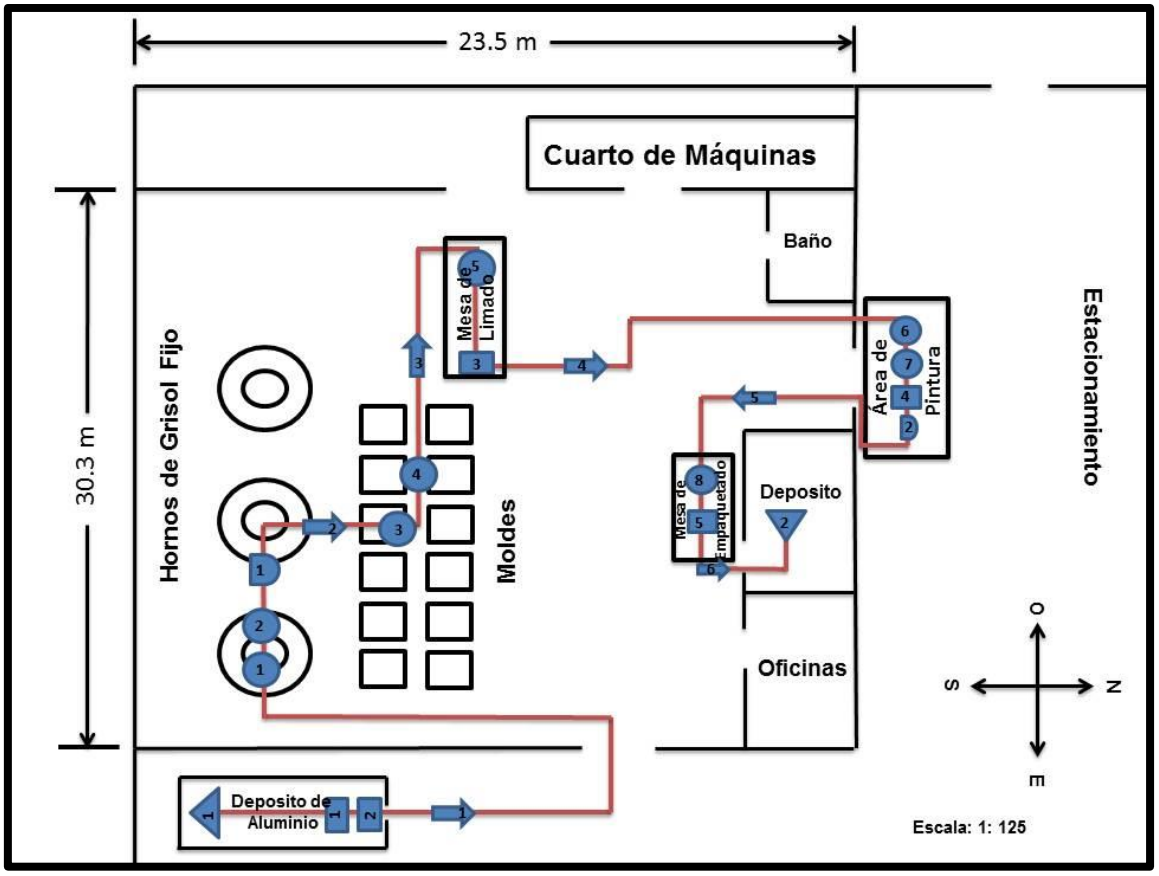


**Figura 4. Diagrama de Flujo y/o Recorrido Actual de la Elaboración de Carretes**

**Fuente: Propia**

## 5.5 Análisis Operacional

Con la finalidad de realizar el análisis operacional se aplicarán tres técnicas: La Técnica del Interrogatorio, Las Preguntas de la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) y Los Enfoques Primarios.

**Preguntas de la OIT**

**A. Operaciones**

**1. ¿Qué propósito tiene la operación?**

Fundición de carretes para que posteriormente sean usadas por las podadoras de bastón.

**2. ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella?**

Sí, porque la necesidad de los clientes debe ser satisfecha en el sentido de conseguir la pieza en este caso el carrete y el número que desee, tratando así de superar las expectativas de los clientes.

**3. ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?**

No, porque los equipos necesarios para esta operación son los que ya utiliza la empresa actualmente y así como esta, muchas más se rigen por este mismo método.

**4. ¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que utilizan este servicio?; ¿o se implantó para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?**

INPROCA es una empresa de fabricación (fundición) y toma en cuenta las necesidades y demandas de ciertas piezas en el área industrial para así poder producirlas, esto quiere decir que la empresa está dispuesta a responder por la demanda de las personas.

**5. ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?**

Si, debido a que la empresa tomo como costumbre realizar todo el proceso de la misma manera desde sus inicios, y actualmente no se ha modificado el mismo.

**6. ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?**

Si, la mayoría del proceso de realización de carretes no se podría efectuar de otra manera hasta cierto punto, el cambio de técnicas en el área de pintado si pudiera haber un cambio para llegar al mismo resultado.

**B. Normas de Calidad**

**1. ¿Todas las partes interesadas se han puesto de acuerdo acerca de lo que constituye una calidad aceptable?**

Si, tanto el dueño como los trabajadores, y el cliente están satisfechos con la calidad de la pieza.

**2. ¿Qué condiciones de inspección debe llevar esta operación?**

Verificar el tipo de metal a fundir que sea el más recomendable sin impurezas, buen colado de la pieza, partes uniformes sin residuos de colada y una buena capa de pintura.

**3. ¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?**

Sí, pero además de ello, se encuentra bajo la supervisión de un superior, quien es el que realmente determina si el trabajo está correcto.

**4. ¿Son realmente apropiadas las normas de tolerancia y demás?**

Si, las normas de tolerancia y demás se encuentran dentro de los estándares.

5. **¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar necesariamente los costos?**

No, pues para mejorar la calidad, se requeriría: la adquisición de maquinaria más avanzada y la contratación de servicio de certificación de calidad, los cuales incurrirían en un aumento del costo de producción.

6. **¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?**

No, pues las normas de calidad actualmente impuestas son las fundamentales para que las piezas se entreguen adecuadamente, y satisfacer al cliente con una pieza de calidad.

7. **¿Existe alguna forma de dar a las piezas un acabado de calidad superior al actual?**

Si, adquiriendo maquinaria más avanzada, y contratando el servicio de certificación de calidad.

8. **¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?**

Si, pues los procesos actualmente existentes son los necesarios para la fabricación del carrete, se podría es mejorar los procesos ya existentes.

9. **¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?**

Si, ya que es una única pieza con características únicas pues todos los clientes de la empresa solicitan el mismo tipo de carrete.

10. **¿Si se cambiaran las normas y las condiciones de inspección, aumentarían o disminuirían los, desperdicios y gastos de la operación, de la empresa?**

Si, esto incidiría drásticamente en el acabado final de las piezas y en el costo unitario del carrete.

11. **¿Cuáles son las principales causas de que se rechacen las piezas?**

Que las piezas tengan grietas, estén mal pintadas o tengan muchas asperezas.

**C. Disposición del Lugar de Trabajo**

1. **¿Facilita la disposición de la empresa la eficaz manipulación de los materiales?**

Sí, no se afecta el traslado de los carretes ni material.

2. **¿Proporciona la disposición de la empresa una seguridad adecuada?**

Si, la empresa está dotada con implementos de seguridad para sus trabajadores guantes, botas, gafas, mallas de seguridad y un kit de primeros auxilios.

3. **¿Permite la disposición de la empresa realizar cómodamente el montaje?**

Si, el espacio que posee el galpón es adecuado para la manipulación y traslado de las piezas (carretes).

**¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección?**

No, porque no existen operaciones empresa no posee una superficie acorde, sino que esta la mayor parte sobre tierra.

4. **¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar desechos?**

No, la empresa no cuenta con ninguno de estos.

5. **¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo extractores eólicos y aire acondicionado?**

Si, se han tomado medidas para la comodidad del operario, como colocación de ventiladores industriales en el área de limado pero no en el área de horno y colada por medidas de seguridad, filtros de agua.

6. **¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?**

Si existe, es la apropiada, el galpón tiene buena iluminación solar posee ventanas grandes y puertas grandes que dejan entrar la luz solar, ya que la empresa solo opera en el día.

**7. ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de utensilios y materiales que se emplean en el proceso?**

Si, ya se cuenta con uno, en el área de depósito.

**8. ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus pertenencias?**

Si, tienen un área en específico para ello, donde los trabajadores guardan cada uno sus artículos personales.

**D. Utilización de Materiales**

**1. ¿El material que se utiliza es realmente adecuado?**

Sí, es el material preciso.

**2. ¿No podría reemplazarse por otro más barato que igualmente sirviera?**

Si, se pueden reemplazar pero el tiempo de vida o durabilidad serian reducidos y se compraría el doble de unidades para el tiempo estimado de duración, la empresa ya tiene experiencia al respecto.

**3. ¿Las piezas se entrega lo suficientemente limpia?**

Si, al terminar el proceso de pintado van directamente al área de embalaje sin pasar o haber sido tocadas por algún operario con manos sucias o algún lugar que las ensucie.

**4. ¿Se aprovecha al máximo la fundición de aluminio para los carretes?**

Si, previo a la fundición se pesa el aluminio a fundir y de acuerdo al número de carretes pedido se funde la cantidad adecuada de aluminio teniendo en cuenta que cada carrete pesa 200 gr exactos.

**5. ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de desperdicios?**

Si, los desperdicios por limadura o por colada se pueden reciclar un 100% se vuelven a introducir al horno para fundirlos, en el área de pintura se tendría que cambiar la técnica de pintado para eliminar desperdicios de pintura.

**6. ¿Se podrían utilizar los sobrantes o los retazos de insumos usados?**

Si, en el área de limadura y fundición son reciclables 100% en el área de pintura no se podría reciclar la pintura perdida.

**7. ¿La calidad de las piezas son uniforme?**

Sí, siempre.

**8. ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la fundición del aluminio para hacer el carrete? ¿Se controla su uso y se trata de economizarlos?**

Si, se controlan los guantes, gafas, mallas, esmeril entre otros se controla que no se pierdan o exijan más de la cuenta.

**9. ¿Se podrían clasificar los desperdicios para venderlos?**

No, todo se recicla excepto las perdidas en pintura.

**E. Manipulación de Materiales**

**1. ¿Se invierte mucho tiempo en llevar y traer el material del puesto de trabajo en proporción con el tiempo invertido en manipularlo en dicho puesto?**

No, no se invierte mucho tiempo debido a que el lugar de trabajo y el sitio de almacenamiento se encuentran relativamente cerca. Pero si se pierde tiempo en la búsqueda de las piezas para realizar la operación del pintado; esto es porque la zona donde se encuentra la pieza debe pasar por una verificación manual antes de decidir si es apta a pintar.

**2. ¿Se deberían utilizar un sistema automático de almacenaje para el Aluminio que ingresa a la empresa?**

Sí, es necesario añadir algunos de estos medios, para ejecutar las tareas en menos tiempos.

**3. ¿Deberían implementarse un sistema computarizado que registre el Aluminio que llegue a la empresa?**

Si, aunque la empresa ya cuenta con un método manual para realizar su registro; emplear algunos de estos sistemas permitirían llevar un control más seguro de las operaciones.

**4. ¿En qué lugar del área de trabajo debería colocarse el material que llega o que sale**?

El área de almacenamiento para las piezas (carrete) debería ser en un espacio exclusivo y amplio, que se encuentren libre de polvo, con buena iluminación. También debe poseer la cantidad de contenedores necesarios para cubrir la cantidad de Aluminio que entran a la empresa.

**5. ¿Se justifica el uso de la pistola de pintura móvil en el proceso? ¿Se considera este apropiado para el uso previsto?**

Si se justifica la presencia de este, ya que es esencial para el acabado final de la pieza; por lo tanto es considerado completamente apropiado el uso.

**6. ¿Puede el material llevarse hasta un punto central de inspección con el uso de una máquina de traslado?**

Si es posible, sin embargo, en el proceso que realiza la empresa y las inspecciones se hacen a medida que se va culminando el proceso.

**7. ¿Se resolvería más fácilmente el problema en curso y manipulación de los materiales trazando un cursograma analítico?**

Si, esta herramienta ayudaría a resolver o mejorar de cierta forma el problema de distribución presente en el área de trabajo, debido a que proporciona una visión gráfica y detallada de todo el proceso de la empresa llevado a cabo.

**8. ¿Están los almacenes en un lugar cómodo?**

Si, los almacenes están ubicados en un área cómoda para el operador.

**9. ¿Podría el material que llega, ser despachado desde el primer lugar de trabajo para así evitar la manipulación doble?**

No, porque antes ella debe pasar por una serie de etapas en el proceso de fabricación. Si en cambio ella se despacha desde el primer lugar de trabajo no estaría prestando el servicio que el cliente espera.

**10. ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la manipulación doble?**

No, porque las tareas presentes en el proceso tienen cada una su área específica para su ejecución.

**11. ¿Se pueden comprar herramientas en tamaños más fáciles de manipular?**

Es posible, sin embargo las herramientas con las que cuenta la empresa actualmente cumplen con el tamaño estándar del mercado y permite realizar adecuadamente todo el proceso de fabricación y pintado.

**12. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes del área de trabajo para reducir la manipulación y el transporte?**

No, los almacenes se encuentran bien ubicados en el área de trabajo.

**F. Organización del trabajo**

**1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?**

La empresa le asigna a cada trabajador las actividades, dependiendo del área para la cual fue contratado.

**2. ¿Están las actividades tan bien reguladas que el operario siempre tiene algo que hacer?**

Si, cada operario tiene regulada su actividad durante el proceso. El tipo de proceso de fabricación y pintado que emplea la empresa INPROCA, exige trabajo y atención constante por parte de ellos.

**3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?**

Un supervisor se encarga de suministrar la información a cada uno, explicándoles claramente el tipo de trabajo que llevarán a cabo, como hacerlo y el tiempo que les tomará ejecutarlo.

**4. ¿Cómo se consiguen los insumos o utensilios de trabajo?**

La empresa al tener tiempo en la zona, ya tiene un grupo definido de proveedores. Y al anticipar que alguno de estos está por agotarse, se mantienen atentos para realizar los pedidos.

**5. ¿Cómo se entregan los utensilios, herramientas, y equipos de trabajo?**

La mayoría de las herramientas, utensilios y equipo permanecen en el puesto del trabajador y las que no, son ubicados por los operarios en el cuarto de máquinas.

**6. ¿La disposición del área de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?**

La disposición del lugar de trabajo actual de la empresa INPROCA, es la que mejor han encontrado acorde con el espacio, hasta ahora; pero puede mejorarse, ya que el tiempo de duración de pintado y su traslado son un poco lentos a nivel de proceso.

**7. ¿El material está bien situado?**

El Aluminio que llega a la empresa se encuentra bien ubicado en el almacén.

**8. ¿Cómo se mide la cantidad de carretes?**

No existe un sistema que indique el número exacto, solo se estableció como límite de la empresa y por la capacidad de las operadores de maquina una cantidad de piezas diarias por máquina.

**9. ¿Qué se hace con las piezas que según el criterio del cliente considera mal acabadas?**

En este caso la empresa se hace responsable y ofrece al cliente volver a prestar el servicio de fabricación de dicha pieza mal acabada, sin costo adicional.

**10. ¿Cómo está organizado la entrega y mantenimiento de herramientas e insumos de trabajo?**

Las herramientas utilizadas en el área de trabajo, reciben mantenimiento en el lugar por parte de técnicos especialistas.

**11. ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?**

Si, el trabajo de cada operador es evaluado por el supervisor, verificando de esa forma su desempeño durante cada proceso.

**12. ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos operarios las áreas donde trabajaran y se les da suficientes explicaciones?**

INPROCA, es una empresa que tiene sus áreas en la zona de la fábrica bien definida, por lo tanto el nuevo personal tiene claro donde trabajara y a este antes de ejercer su labor se les da una inducción, generalmente realizada por el supervisor o el encargado de la empresa.

**13. Cuándo los trabajadores no alcanzan cierta forma de desempeño, ¿se averiguan las razones?**

Si, ya que al tener un supervisor quien controla los desempeños de los trabajadores, puede lograrse la detección de este tipo de problemas.

**14. ¿Los trabajadores entienden el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?**

Si, antes de firmar contrato con la empresa, esta les explica claramente el sistema de salarios.

## G. Condiciones de trabajo

**1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?**

Si, el lugar de trabajo dispone de una iluminación eficiente, durante todo el proceso.

**2. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable para el operario?**

No, el lugar de trabajo no está acondicionado por un aire industrial, lo que por las altas temperaturas a las que se encuentra sometido el operario durante todo el proceso de fundición le genera algo de malhumor. Debería considerarse, el uso de extractores industriales para disminuir las temperaturas.

**3. ¿Se justificaría la instalación de sistema de ventilación mecánicos, como extractores industriales?**

Si, el uso de ellos mejoraría de forma notable el ambiente de trabajo y por otro lado garantizaría una mayor eficiencia y rendimiento de los operarios.

**4. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?**

No, estas medidas no han sido tomadas en cuenta debidamente. La empresa actualmente no dispone de un personal de seguridad encargado de cerciorarse de que el operario este cumpliendo con la vestimenta adecuada y que el lugar de trabajo se encuentre en condiciones óptimas.

**5. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?**

El piso es seguro pero no liso, esta mayormente constituido por arena, lo que permite un traslado oportuno, conveniente y seguro de los operarios por toda el área.

**6. ¿Se le enseñó al operario a evitar los accidentes?**

Si, han sido capacitados para prevenir ciertos tipos de accidentes. Pero no está de más hacer un seguimiento a la capacitación de todo el personal en prevenciones de accidentes laborales.

**7. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?**

Si, cuentan con un uniforme adecuadamente diseñado con el fin de no correr riesgos físicos.

**9. ¿Con cuanta menudencia se limpia el lugar de trabajo?**

No existe un personal de limpieza que realice a diario o cada cierto tiempo dicha actividad, es el operario quien tiene la tarea de mantener limpio y en orden y su lugar de trabajo.

**H. Análisis del Proceso**

**1. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?**

No, el proceso de fabricación y pintado no puede combinarse, por el contrario todas las operaciones dependen de ésta, para obtener así el servicio completo hasta la entrega de las piezas.

**2. ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones? ¿O mejoraría si se modificara el orden?**

No, todo el proceso de fabricación y pintado esta previamente ordenado, y uno depende directamente del otro, por tal razón el descomponerlo o modificarlo alteraría la efectividad del mismo.

**3. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible?**

Si, puesto que la empresa desde sus inicios ha probado diferentes sucesiones estableciendo así el que actualmente poseen como el más efectivo para cumplir con su servicio.

**4. ¿Podría efectuarse la misma operación en otro lugar para evitar los costos de inversión de insumos y servicios básicos?**

No, ya que la empresa no posee más empresas y maquinarias en un lugar ajeno al que ellos laboran, además de que está ubicada en la zona justa para el tratamiento de la misma, por tal razón deben de cumplir con sus operaciones en el lugar actual.

**5. Si se modificara la operación de pintado, ¿Qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el acabado de la pieza?**

Se reduciría el tiempo de pintado si se empleara el método de pintar los carretes por medio de inmersión de piezas, contribuyendo con el rápido almacenamiento de las piezas.

**6. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?**

No, para cada proceso realizado debe estar seguida la inspección en cada uno de los casos, para cumplir con el trabajo dadas las condiciones actuales de equipos con que cuenta la empresa.

**7. ¿La pieza se inspecciona en el momento decisivo o cuando está completamente terminada?**

Sí, esta se inspecciona en ambos casos, antes de pasar con otra pieza, y al final del proceso se vuelve a inspeccionar para verificar la condición de los carretes antes de pasarla al almacén.

**Técnica del Interrogatorio**

Se realizará el examen crítico al proceso al que es sometida la realización del carrete, ya que es el producto que posee mayor importancia en el proceso.

- ✓ **Traslado del Aluminio al área de fundición y hacia el área de almacenamiento temporal.**

**Propósito:**

**1. ¿Qué se hace?**

Se traslada el Aluminio hasta los hornos previamente calentados, luego pasan a la zona de los moldes, después al área de limado, seguido de esto va al área de pintado que luego de su secado se lleva a la zona de empaquetado y por último a su depósito temporal.

**2. ¿Por qué se hace?**

Porque es necesario llevar el Aluminio para poder ser fundido para poder hacer los carretes hasta su almacenamiento temporal.

**3. ¿Qué otra cosa podría hacerse?**

Nada.

**4. ¿Qué debería hacerse?**

Mejorar la distribución del local para ahorrar tiempo en traslados innecesarios.

**Lugar:**

**1. ¿Dónde se hace?**

En todo el galpón.

**2. ¿Por qué se hace allí?**

Porque es el sitio donde se lleva a cabo todo el proceso y donde se localizan las herramientas necesarias para todo el proceso de producción.

**3. ¿En qué otro lugar podría hacerse?**

No es conveniente ningún otro, pero se recomienda reorganizar la disposición que presenta actualmente.

**4. ¿Dónde debería hacerse?**

No debería hacerse en otro lugar, este es el mejor lugar es el más idóneo por sus adyacencias no genera ningún problema y se tiene el espacio necesario para hacer todas las tareas pertinentes en el proceso de producción.

**Sucesión:**

**1. ¿Cuándo se hace?**

Desde el primer momento en que la materia prima se recibe, esta se traslada al depósito temporal de Aluminio; para luego ser fundido y al final de esta tarea, se lleva a su depósito temporal de piezas empaquetadas.

**2. ¿Por qué se hace entonces?**

Porque del cumplimiento de cada una de estas tarea permitirá efectuar el servicio que el cliente espera de la empresa.

**3. ¿Cuándo podría hacerse?**

En ninguno otro momento, siempre se realiza un trabajo activo del personal mientras sean horas laborables de la empresa.

**4. ¿Cuándo debería hacerse?**

En el principio y al final del proceso como se está haciendo hasta ahora.

**Persona:**

**1. ¿Quién lo hace?**

El operario asignado para la actividad.

**2. ¿Por qué lo hace esa persona?**

Porque es la persona capacitada para desarrollar la actividad.

**3. ¿Qué otra persona podría hacerlo?**

Cualquiera otra que tenga la destreza, conocimiento y capacidad de ejecutar el trabajo.

**4. ¿Quién debería hacerlo?**

El personal encargado de ejecutar la actividad.

**Medios:**

**1. ¿Cómo se hace?**

Una vez que la colada se endurezca y este fría podrá ser trasladada manualmente a una cesta y después al área de limado y de la misma forma a las otras áreas.

**2. ¿Por qué se hace de ese modo?**

Porque es el método más eficaz y accesible que adoptó la empresa.

**3. ¿De qué otro modo podría hacerse?**

De ningún otro hasta que no sean implementadas nuevas tecnologías.

**4. ¿Cómo debería hacerse?**

Se debería hacer con cintas transportadoras.

Análisis: Por lo general, se observó que la actividad de traslado manualmente se desarrolla de manera aceptable, sin embargo se recomienda despejar el área de recorrido para facilitar el traslado de la materia prima.

- ✓ **Fundición del Aluminio**

**Propósito:**

**1. ¿Qué se hace?**

Se funde el Aluminio.

**2. ¿Por qué se hace?**

Para poder hacer el colado en el molde del carrete.

**3. ¿Qué otra cosa podría hacerse?**

Ninguna otra.

**Lugar:**

**1. ¿Dónde se hace?**

En el área de fundido con los hornos y herramientas necesarias para ello.

**2. ¿Por qué se hace allí?**

Porque es el área establecida para la actividad y ninguna otra contiene los hornos para el fundido del Aluminio.

**3. ¿En qué otro lugar podría hacerse?**

En ningún otro porque no cumple con las condiciones adecuadas para realización del fundido.

**4. ¿Dónde debería hacerse?**

Donde se encuentran ubicados los hornos de fundición.

**Sucesión:**

**1. ¿Cuándo se hace?**

Luego de que la materia prima es transportada hacia la zona de fundido y el horno se encuentra previamente calentado.

**2. ¿Por qué se hace entonces?**

Porque el Aluminio es el principal material que se usa para ejecutar el proceso de creación de carrete.

**3. ¿Cuándo podría hacerse?**

En ningún otro momento, solo cuando el Aluminio se encuentre en el área de fundición.

**4. ¿Cuándo debería hacerse?**

En el momento que el operario comienza la tarea de precalentamiento de horno.

**Persona:**

**1. ¿Quién lo hace?**

Operarios encargados de la actividad de fundido.

**2. ¿Por qué lo hace esa persona?**

Porque son los encargados de llevar a cabo el proceso y además están capacitados para realizar dicha actividad.

**3. ¿Qué otra persona podría hacerlo?**

Personas que posean la misma habilidad y conocimiento de realizar el trabajo.

**4. ¿Quién debería hacerlo?**

Cualquiera personal que sea capacitado o entrenado.

**Medios:**

**1. ¿Cómo se hace?**

A través de un horno.

**2. ¿Por qué se hace de este modo?**

Porque es el método más óptimo para llevar a cabo esta operación y es la máquina más indicada con la que cuenta la empresa.

**3. ¿De qué otro modo podría hacerse?**

Con otro horno más moderno.

**4. ¿Cómo debería hacerse?**

De ninguna otra forma.

Análisis: la actividad de fundido se realiza de manera aceptable y eficiente dentro del proceso, ya que se encuentra bien ubicada; contando además con herramientas adecuada para ejecutar la operación.

- ✓ **Almacenamiento del carrete**

**Propósito:**

**1. ¿Qué se hace?**

Se almacena los carretes en caja y se organizan por orden de entrega.

**2. ¿Por qué se hace?**

Porque es necesario ubicarla según su número de entrada temporalmente, hasta que sea retirada por el cliente.

**3. ¿Qué otra cosa podría hacerse?**

Ninguna.

**4. ¿Qué debería hacerse?**

Automatizar el área de almacenamiento para los carretes empaquetados.

**Lugar:**

**1. ¿Dónde se hace?**

En frente del área de empaquetado.

**2. ¿Por qué se hace allí?**

Porque es el área disponible para el almacenamiento.

**3. ¿En qué otro lugar podría hacerse?**

A un área más cercana a la recepción del local, que se encuentre disponible.

**4. ¿Dónde debería hacerse?**

En la parte más cercana a la recepción del local, que se encuentre disponible.

**Sucesión:**

**1. ¿Cuándo se hace?**

Al final del proceso de empaquetado de los carretes.

**2. ¿Por qué se hace entonces?**

Porque la actividad es fundamental para la entrega de los carretes a los clientes.

**3. ¿Cuándo podría hacerse?**

En ningún otro momento que no sea el indicado.

**4. ¿Cuándo debería hacerse?**

Después que los carretes se encuentren pintados y empaquetados.

**Persona:**

**1. ¿Quién lo hace?**

Los operarios encargados y adiestrados para la actividad.

**2. ¿Qué otra persona podría hacerlo?**

Cualquier otra que posea la destreza y conocimiento de las áreas para hacerlo.

**3. ¿Por qué lo hace esa persona?**

Porque son los encargados y capacitados para dicha actividad.

**Medios:**

**1. ¿Cómo se hace?**

Organizando en el deposito según las listas en orden de entrega.

**2. ¿Por qué se hace de este modo?**

Porque no existe otra forma.

**3. ¿De qué otro modo podría hacerse?**

No existe, es la única forma.

**4. ¿Cómo debería hacerse?**

De la misma manera que lo realiza la empresa actualmente.

Análisis: la actividad de almacenamiento de los carretes es esencial para conservar el orden a la hora de entregar los carretes al cliente y no existe otra forma de hacerlo.

**Enfoques Primarios.**

**1) Propósito de la Operación:**

Observar minuciosamente el actual método de trabajo, para así, estudiar la posibilidad de redistribuir los equipos y aumentar la eficiencia del proceso de pintado.

**2) Diseño de la Parte o Pieza:**

El carrete está diseñado para calzar en cualquier tipo de podadora de bastón, y el diseño tiene todas las especificaciones y características apropiadas para ejercer el trabajo de podar, es pintada con un color naranja característico para evitar algún tipo de oxidación es entregado en cajas que estas a su vez albergan 50 unidades.

**3) Tolerancia y Especificaciones:**

Para el pintado de las piezas los operarios se rigen por un método previamente establecido, deben colgar cada pieza en pequeños gancho con un máximo de 30 piezas que serán colgados en un perchero de forma rectangular; en cuanto a los traslados de las piezas el operario no debe exceder la capacidad máxima de la cesta.

La calidad de los carretes pintados es aceptable, ya que logra a exactitud los requisitos mínimos impuestos por el cliente, sin embargo, se debe seleccionar un mejor método que implique, un menor tiempo en la ejecución de la actividad, lo que llevaría a reducir costos y aumentar la producción.

**4) Materiales:**

En el proceso de pintado de los carretes se emplea para el funcionamiento de la pistola insumos tales como: pintura princo color naranja, para el acabado de la pieza se aplica la pintura por medio de una pistola de aire comprimido y un poco de periódico para prevenir que no se pinte otros objetos a las adyacencias.

En cuanto a residuos en este proceso se llevan directamente a la basura, lo que sería materiales de desecho.

**5) Proceso de Manufactura:**

El proceso de pintado está en su mayoría intervenido por la mano del operario, (dado que para pintar, guindar, verificar y demás tareas, existe la manipulación de la pieza). En la etapa de pintado, la pieza, la maquina la manipula el operador por lo que debe tener los conocimientos y destreza necesaria para la actividad. Por otra parte, el encargado de trasladar las piezas debe estar claro de lo delicado de manipularlas al momento de su traslado, y evitar todo tipo de fuerzas o movimientos improductivos que inciten algún accidente.

**6) Preparación y Herramienta:**

Como las actividades de pintado de los carretes es mayormente manual, se necesita preparar los equipos a utilizar, por tanto se considera lo siguiente:

- Verificar los insumos de la pistola (estar pendiente del envase si contiene pintura).
- Fallas en la disposición del local que entorpecen el traslado de los carretes en la cesta y de los operarios.
- Realizar mantenimiento al equipo cada cierto tiempo, con el fin de garantizar su óptimo funcionamiento y prever demoras en el proceso por fallas en el pintado.

**7) Condiciones de Trabajo:**

Se recomienda realizar un análisis de las condiciones ambientales, para así mejorar el desempeño de los operarios, tomando en cuenta:

- La iluminación que presenta el local no está en plena capacidad.
- Desorden y falta de limpieza en las distintas áreas de trabajo.
- Falta de seguimiento a los operarios para la utilización de equipos de protección personal; ya que la parte encargada de higiene y seguridad no se ha hecho responsable de tal situación.

**8) Manejo de Materiales:**

En el transporte de los carretes para su pintado y posterior almacenamiento, se encontró lo siguiente:

- El recorrido de los elementos envueltos en el proceso son relativamente corto.
- Existe considerable manipulación de material.

Entonces, es necesario mejorar los procedimientos de transporte y manipulación de los materiales; disminuir tiempo de permanencia de las piezas en las diferentes áreas y adquirir nuevos equipos que faciliten las pintadas y diferentes tareas del proceso.

**9) Distribución de Planta y Equipo:**

Debido al poco espacio que dispone el local para desplazarse en todas las áreas, se originan tropiezos y congestionamiento en los traslados, se sugiere evaluar si es factible reubicar o reordenar la distribución del mismo, para así reducir los trayectos y manipulación de los materiales dentro del proceso.

## Análisis General

Actualmente con el aumento de la demanda de servicio hacia la empresa INPROCA C.A, se incrementa el número de clientes y por ende la cantidad de piezas a vender en la empresa, debido a esto, la misma presenta algunos problemas generados por el área de pintado ya que el método de pintar por medio de una pistola no es el más eficiente y genera una demora al momento de colgar.

En cuanto a la ventilación deficiente, se recomienda la adquisición e instalación extractores industriales con el fin de generar corrientes de aire y mejorar las condiciones de trabajo del personal en el área de fundición.

La técnica de pintado generan demoras de en el proceso de producción, se tiene que tomar en cuentan diferentes técnicas para anular demoras en el proceso.

La utilización de arena verde para la fabricación de moldes generan porosidad y algunos desperfectos que hacen que la pieza se desvié al área de limado, se recomienda el cambio de tipo de arena que sea menos porosa, más fina y a la hora de la colada tenga un mínimo las imperfecciones y así no será desviada al área de limado.

El almacén de materiales es reducido y existen maquinarias que no son operadas la cual ocupa espacio productivo, que a la larga afectan el rendimiento en las labores de los trabajadores.

Respecto a la seguridad del personal la empresa no cuenta con ningún equipo para evitar accidentes, por lo que se recomienda adquirir y velar por el uso de estos por parte de los operarios.

# CAPÍTULO VI:

## SITUACIÓN PROPUESTA

### Método Propuesto de Trabajo

Anteriormente en el capítulo I, fueron descritos los problemas que aquejan a la empresa, siendo el más prioritario el método de pintar las piezas. Gracias a los análisis y estudios previamente elaborados y descritos, se buscó la mejor manera de solventar este problema, para lo cual se propone la siguiente solución:

### Realizar una Re-distribución del Área de Trabajo:

Esto implica ubicar mejor el Área de pintura, con el fin de lograr que el traslado del material durante el proceso de pintado se haga sin ningún inconveniente, y con esto se lograría hacer el proceso productivo y eficiente.

### Descripción del Método de Trabajo Propuesto

Después de haber realizado un estudio minucioso del proceso de pintado utilizando la técnica del examen crítico, que consiste en hacerle preguntas a todos los operarios relacionados con el proceso, y de acuerdo a las respuestas obtenidas y a lo observado, se detectó, lo que desde un principio del estudio se había visto, que el método para pintar las piezas no es el método más recomendable ni la ubicación de dicha área provocando muchas demoras que pueden ser evitadas.

Esta propuesta sugiere que la nueva forma de distribución debiese ser en forma de S vertical, donde se evidencia que el recorrido del material se realiza con más facilidad y menos demoras, ya que existe menos obstáculo en el área donde se realiza el proceso.

En esta propuesta el proceso de pintado requiere una nueva técnica que reduzca el tiempo de dicha acción, que será por inmersión de piezas donde la pieza será sumergido en una tanque de pintura, de acuerdo el requerimiento se sumergirá n veces, el cambio también se verá reflejado al momento en que el material haga el recorrido por todo el proceso, ya que se hizo una nueva ubicación del Área de Pintura en el espacio.

Por otra parte, se recomienda cambiar el tipo de arena por una menos porosa y que a la hora de la colada cree menos imperfecciones, como una arena de petróleo que es una combinación de arcilla, arena, agua, y bitumen.

**Diagrama de Proceso Propuesto**

**Diagrama:** Diagrama de Procesos.

**Proceso:** Proceso de Producción de los carretes.

**Inicio:** Aluminio Primario Almacenado.

**Fin:** Carretes Embalados en el Almacén Temporalmente.

**Seguimiento:** Material.

**Método:** Propuesto.

**Fecha:** 17-04-14

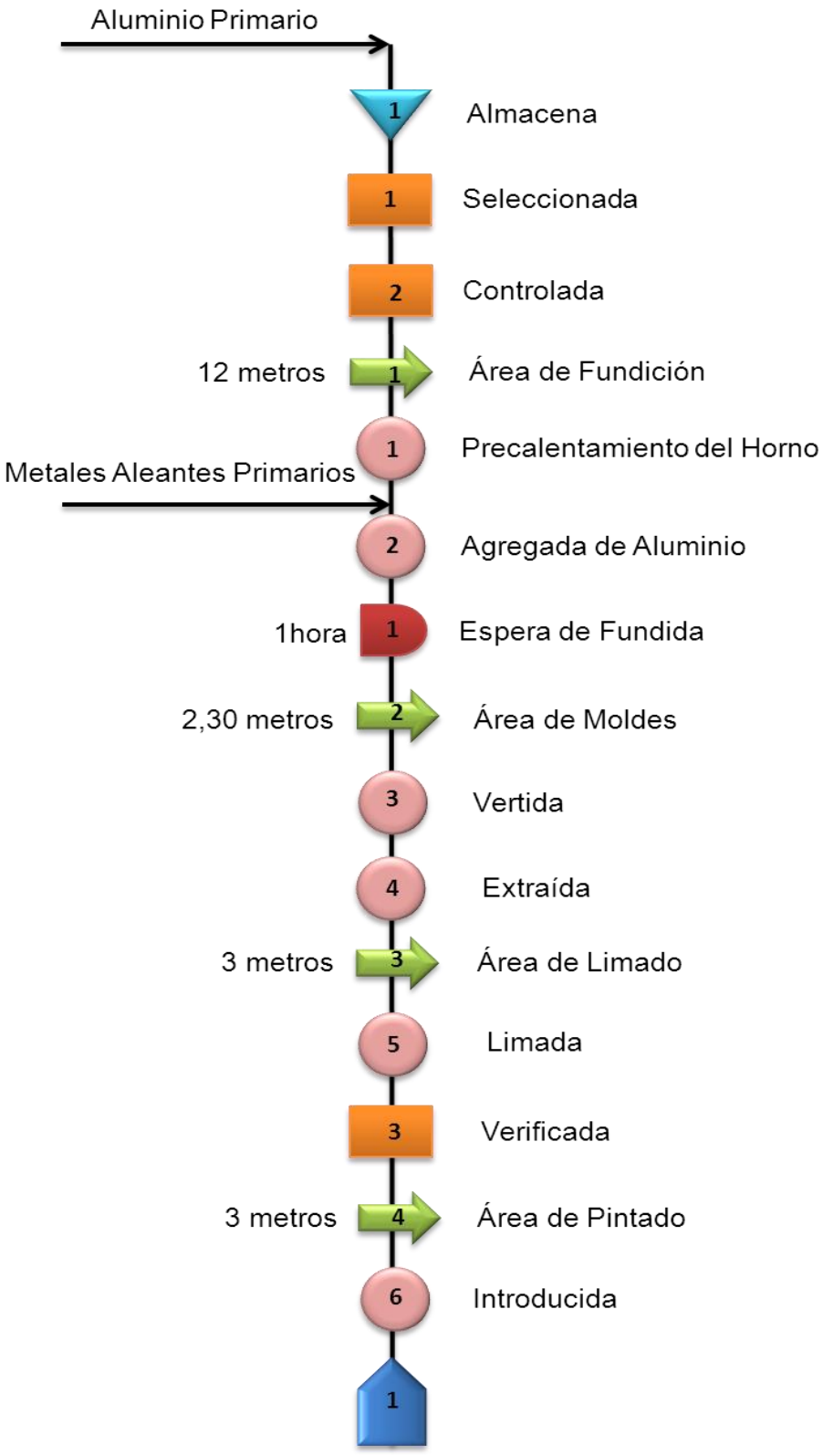
Aluminio Primario
1
Almacena
1
Seleccionada
2
Controlada
12 metros
1
Área de Fundición
1
Precalentamiento del Horno
Metales Aleantes Primarios
2
Agregada de Aluminio
1hora
1
Espera de Fundida
2,30 metros
2
Área de Moldes
3
Vertida
4
Extraída
3 metros
3
Área de Limado
5
Limada
3
Verificada
3 metros
4
Área de Pintado
6
Introducida
1

**Figura 5. Diagrama de Proceso Propuesto de laEmpresa para la Elaboración de Carretes**

**Fuente: Propia**

**Resumen:**

8

5

6 (12m+2,30m+3m+3m+4m+2m)=26,30metros

2 (1hora+10min)=1:10:00

2

Total: 23

**Plano de Distribución de La Empresa Propuesto para la Elaboración de Carretes**

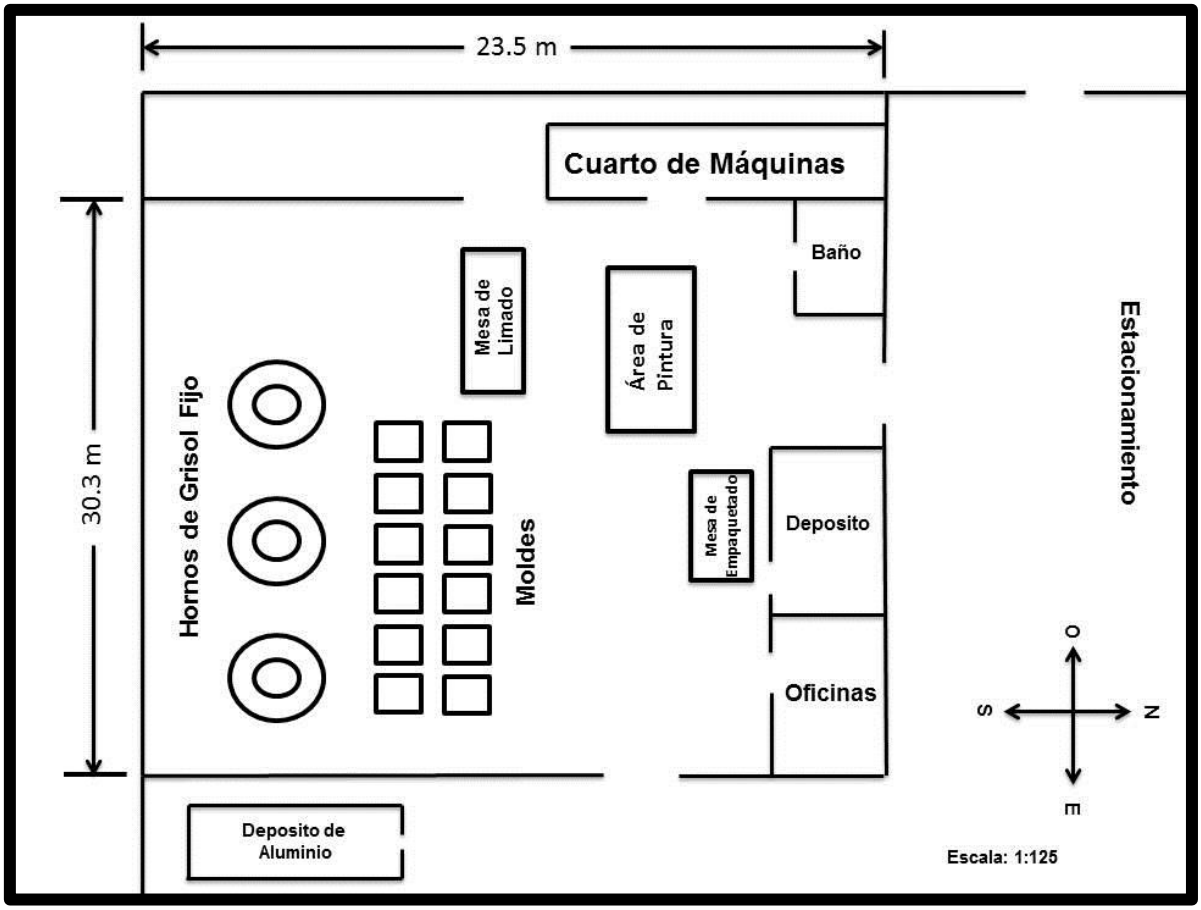


**Figura 6. Plano de Distribución de la Empresa Propuesto para la Elaboración de Carretes**

**Fuente: Propia**

**Diagrama de Flujo y/o Recorrido Propuesto de la Elaboración de Carretes**

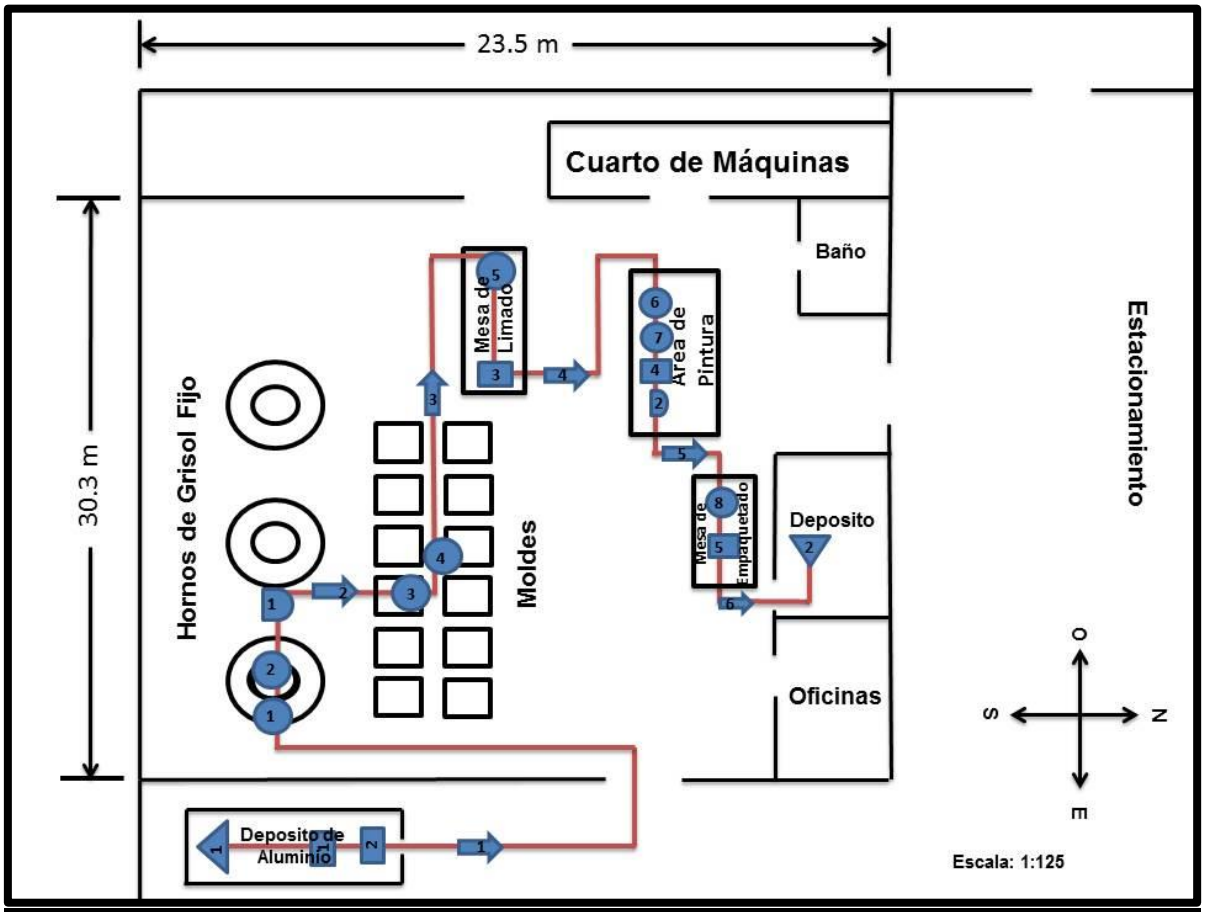


**Figura 7. Diagrama de Flujo de Recorrido Propuesto de la Elaboración de Carretes**

**Fuente: Propia**

# CAPÍTULO VII

## ESTUDIO DE TIEMPO

Para el estudio de tiempos, se elaboró un análisis al proceso de pintado de carretes realizado por la empresa**INTERAMERICANA DE PRODUCTOS 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 pintado 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 pintado, divididas de la siguiente manera:

- ✓ **Elemento 1**
  - Colocación de los ganchos a los carretes.
  - Guindado de los carretes en la mesa.

- ✓ **Elemento 2**
  - Pintado de los carretes (tiene una espera para poder tocar los carretes sin dejar huellas en la pintura).
- ✓ **Elemento 3**
  - Desguindado de los carretes.
  - Sacado de sus ganchos.

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.

## 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**.

## Procedimiento para Calcular el Tiempo Estándar de la Operación de Pintado:

| | | |
|---|---|---|
| | **INTERAMERICANA DE PRODUCTOS C.A.** | |

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Empresa:** Interamericana de Productos C.A. | | | | | | | **Área:** Pintado | | | | | |
| **Operación:** Pintado de Carretes. | | | | | **Departamento:** Producción | | | | **Fecha:** 05/06/2014 | | | |
| **Preparado por:** Grupo de Laboratorio 2013-2 | | | | | | | **Hoja de trabajo:**1-1 | | | | | |
| **Ciclo** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** | $\sum T$ | $\overline{T}$**(min)** |
| **E-1** | 5.83 | 5.92 | 5.78 | 5.93 | 5.62 | 5.58 | 6.12 | 5.67 | 6.03 | 6.15 | 58.63 | 5.863 |
| **E-2** | 7.42 | 7.85 | 8.32 | 7.83 | 8.87 | 8.25 | 7.71 | 7.94 | 8.67 | 7.97 | 80.83 | 8.083 |
| **E-3** | 5.98 | 6.34 | 6.83 | 5.88 | 5.57 | 6.29 | 5.69 | 6.46 | 5.93 | 5.71 | 60.68 | 6.068 |
| **Tiempo Total** | **19.23** | **20.11** | **20.93** | **19.64** | **20.06** | **20.12** | **19.52** | **20.07** | **20.63** | **19.83** | **200.14** | **20.014** |

**Tabla 2.Registro de Datos.**

**Fuente: Propia.**

Se obtuvo los siguientes datos por medio de la toma de ciertos tiempos que fueron recolectados directamente por medio del operador de máquina de pintado que labora en la empresa.

## 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 fabricación de carretes se procede a llevar acabo el procedimiento que se muestra a continuación.

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

$$TPS_{10} = \frac{19.23 + 20.11 + 20.93 + 19.64 + 20.06 + 20.12 + 19.52 + 20.07 + 20.63 + 19.83}{10}$$

$$TPS_{10} = 20.014min$$

## 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.

| Ciclo | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tiempo Total | 19.23 | 20.11 | 20.93 | 19.64 | 20.06 | 20.12 | 19.52 | 20.07 | 20.63 | 19.83 |

**Tabla 3.Tiempos Totales.**

**Fuente: Propia.**

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

$$S = \sqrt{\frac{4007.8786 - \frac{40056.0196}{10}}{9}}$$

$$S = 0.50295$$

## 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 $(\propto)$y el grado de libertad $(\nu)$y con los valores que se obtengan remitirse a laTabla T Student(ver anexo 1) para una muestra de 10 observaciones.

$$c = 1 - \alpha \rightarrow \propto = 1 - c \rightarrow \propto = 1 - 0.95 \;\; ; \propto = \mathbf{0.05}$$

$$\nu = n - 1 \rightarrow \nu = 10 - 1; \boldsymbol{\nu = 9}$$

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

**Definición del intervalo de confianza I**

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

$$\boldsymbol{I_S = \bar{x} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}}} = 20.014 + \frac{2.262 * 0.50295}{\sqrt{10}}$$

$$\boldsymbol{I_S = 20.37376 min}$$

$$\boldsymbol{I_i = \bar{x} \pm \frac{Tc * S}{\sqrt{n}}} = 20.014 - \frac{2.262 * 0.50295}{\sqrt{10}}$$

$$\boldsymbol{I_i = 19.65423 min}$$

**Determinación del intervalo de la muestra Im**

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

$$\mathbf{Im} = \frac{2 * 2.262 * 0.50295}{\sqrt{10}}$$

$$\mathbf{Im = 0.7195 min}$$

$$\boldsymbol{I_T = I_S - I_i} = 20.37376 - 19.65423 \rightarrow \boldsymbol{I_T = 0.71953}$$

**Criterio de decisión**

$$\mathbf{Im} \leq \mathbf{I, Se\ acepta\ n}$$

$$\mathbf{Im} \geq \mathbf{I, Se\ rechaza\ n}$$

$$\therefore \mathbf{se\ acepta\ n}$$

$$\mathbf{0.71953 = 0.71953}$$

Como Im = 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 tan poco son la más lamentable, hay que destacar que estas condiciones están sujetas a las condiciones ambientales.

- **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 (ver anexo 2),la cual permitió determinar el factor de calificación para posteriormente obtener la Calificación de Velocidad.

| Factor | Clase | Categoría | % |
|---|---|---|---|
| Habilidad | C1 | Buena | +0.06 |
| Esfuerzo | C1 | Bueno | +0.05 |
| Condiciones | E | Aceptable | -0.03 |
| Consistencia | C | Buena | +0.01 |
| Factor de Calificación (c) | | | +0.09 |

**Tabla 4.Factor de Calificación.**

**Fuente: Propia.**

$$\mathbf{Cv} = \mathbf{1} \pm \mathbf{c}$$

$$\mathbf{Cv} = 1 + 0.09$$

$$\mathbf{Cv} = \mathbf{1.09}$$

La Calificación de Velocidad (Cv) significa que como promedio el operario trabaja un 9% 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**

$$\boldsymbol{TN} = \boldsymbol{TPS} * \boldsymbol{Cv}$$

$$\boldsymbol{TN} = 20.014 * 1.09$$

$$\boldsymbol{TN} = \mathbf{21.81526}\ \boldsymbol{min}$$

**Cálculo de la Jornada de Trabajo JT**

El horario de trabajo de la empresa INPROCA C.A., es de 7:00am a 4:00pm, lo que significa que la jornada de trabajo es de 8 horas/día = 480 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 anexo 3) cuyo resultados estarán vaciados en la tabla de Hoja De Concesiones por fatiga (ver anexo 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 $29º \leq T \leq 36º$ 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 los carretes; entre estos se encuentra en el área de limado la esmeriladora y en el área de fundición un ruido constante de sopladores.

- 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 22 min o menos ya que la duración del proceso de pintado de carretes es relativamente corto.

- 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, moviéndose, altura del trabajo: la realización del trabajo está combinado con el estar parado y el caminado, se le permite al trabajador que se siente sólo en pausas programadas se realiza movimientos continuos.

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:

| Factor | Grado | Puntos |
|---|---|---|
| Temperatura | 3 | 15 |
| Condiciones ambientales | 1 | 5 |
| Humedad | 2 | 10 |
| Nivel de ruido | 3 | 20 |
| Iluminación | 1 | 5 |
| Duración de trabajo | 3 | 60 |
| Repetición de ciclo | 2 | 40 |
| Esfuerzo físico | 1 | 20 |
| Esfuerzo mental o visual | 3 | 30 |
| Posición de trabajo | 2 | 20 |
| Total de puntos | | 225 |

**Tabla 5. Tolerancia por Fatiga.**

**Fuente: Propia.**

Con los 225 puntos obtenidos y con una jornada de trabajo de 8 horas/día(480 min.) el valor de la fatiga se puede hallar a través de la tabla de concesiones por fatiga, teniendo así una clase C1 y un rango entre 220 y 226,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 (225 puntos), suministrando un valor a la fatiga de 48min. (Ver anexo 4).

**Determinación de tolerancias fijas**

- **Desayuno:** 15 min; generalmente cada operario toma este tiempo una vez que lo cree conveniente, no hay una hora establecida es concedido por la empresa.

- **Almuerzo:** 60 min; está pautado de 12:00pm a 1:00pm, estese 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.

**Determinación de la jornada efectiva de trabajo JET**

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

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

$$\boldsymbol{JET = JT - (Desayuno + Almuerzo + TPI + TPF)}$$

$$JET = 480 - (15 + 60 + 15 + 15)$$

$$\boldsymbol{JET = 375min}$$

**Normalización de Tolerancias**

$$\boldsymbol{JET - (Fatiga + NP) \rightarrow Fatiga + NP}$$
$$\boldsymbol{TN \rightarrow x}$$

$$480 - (48 + 20) \rightarrow 48 + 20$$
$$21.81526 \rightarrow x$$

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

$$x = \frac{21.81526 * (48 + 20)}{480 - (48 + 20)}$$

$$\boldsymbol{x = 3.60057 min}$$

**Determinación del Tiempo Estándar:**

$$\boldsymbol{TE = TPS * Cv + \sum Tol}$$

$$\boldsymbol{TE = TN + \sum Tol}$$
$$TE = 21.81526 + 3.60057$$

$$\boldsymbol{TE = 25.41583 min}$$

## Análisis de los Resultados

Finalmente, después de haber realizado el estudio de tiempo en la operación de pintado de carretes en la empresa INPROCA 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 20.014 min.

- El tiempo normal en que el operario realiza la actividad de pintado es de 21.81526 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 3.60057 min.

- Se determinó para la actividad que realiza el empleado en cuanto al pintado de carretes el tiempo estándar, cuyo valor obtenido fue de 25,41583 min.

## CONCLUSIONES

Como resultado de la investigación presentada:

1. Se logró informar sobre la mejora o eficiencia de un proceso y las medidas a considerar mediante la entrevista directa con las instalaciones de la empresa INPROCA C.A. y personal trabajador de la misma para el funcionamiento óptimo de un proceso en específico, el cual fue escogido para desarrollarse como el proceso de pintado de carretes.

2. Se demostró cómo desarrollar las condiciones más adecuadas para lograr maximizar la productividad de un proceso mediante el empleo de: Therblings, los principios de la economía del movimiento, el diagrama Bimanual se demostró su importancia en el proceso y el estudio de tiempo para determinar el tiempo del pintado de carretes para lograr maximizar la productividad del proceso mediante el empleo de observaciones por medio de medidas del cronómetro y condiciones de trabajo del personal.

3. Las observaciones que se pudieron realizar sobre la investigación fueron en el estudio de la productividad motriz del operador en su estación de trabajo, una vez se le otorgue una tarea al mismo esta será analizada bajo los términos de Therblings y de cronometraje ya descritos para un enfoque amplio acerca de la evaluación que se le pueda hacer en pro a una mejora del proceso a través de los principios económicos y así su correcta descripción en el diagrama.

4. El método planteado es necesario para una evaluación amplia de los diferentes aspectos del proceso que pudieran incidir de forma directa para el desempeño óptimo de la operación así como se logró determinar en las jornadas de trabajo, la tolerancia de la misma tanto para el personal como para la operación en sí. Y también en referencia a la confiabilidad de la pieza.

## RECOMENDACIONES

En cuanto a las recomendaciones sugeridas con respecto a la calidad en el proceso de fabricación y pintado de carretes de la empresa INPROCA C.A., mediante la visita técnica realizada a sus instalaciones estudiando así los procesos y sus diferentes áreas se generaron varias recomendaciones a partir de este estudio:

1. Si se llegaran a poner extractores tomar las medidas preventivas a una distancia prudente de los hornos debido a la arenilla y al trato delicado de los diferentes materiales que se utilizan y que afecta directamente al material.

2. Mantener las áreas de trabajo con orden, limpieza y una buena iluminación.

3. La iluminación en el área de limado es poca se requiere de una supervisión en las áreas que puedan afectar el desempeño del operador y evite una posible demora en el proceso.

4. La extracción o manipulación de la técnica que utiliza el operador al pintar el carrete, se sugiere un estudio para el uso de métodos más actualizados como lo es el pintado por inmersión que si resultara positivo su estudio reduciría el tiempo del proceso y un acabado sistematizado y con mayor grado de exactitud.

5. Revisión sobre los Insumo de equipos de seguridad, debido al poco seguimiento que existe, los trabajadores no cumplen con todos las normas de vestimenta y equipo a usar, bien sea por la mala distribución del mismo o por la falta de supervisión al cumplimiento de estos.

6. En la mayoría de las áreas se observó las irregularidades del suelo, este afecta el traslado de la pieza y el de los operarios a las diferentes áreas del proceso descrito.

7. Se evaluó que según el método actual de la empresa seria de mayor utilidad la compra de otra mesa de pintado así se podría aplicar la inducción de otro ayudante que asista, y de manera secuencial ayude con la montura de los carretes en esa mesa, mientras que el operador pinte en la otra para un mejor avance del proceso.

8. Revisar más a fondo los procesos de selección de los materiales que se usan para fundir, ya que el estudio de estos es de largo desarrollo y de potencial mejora en calidad del producto.

9. Proponer una nueva distribución y disposición del espacio en el área de trabajo, evitando demoras y excesivos traslados que afecten el proceso, y así, hacerlo más eficiente.

10. Evitar la monotonía en la jornada de trabajo para disminuir la repetitividad de la actividad.

## BIBLIOGRAFÍA


- Biasca R., Manejo y almacenamiento de materiales.
- Narváez R. (1997), Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación, UNEXPO, Segunda edición.
- Niebel B, Ingeniería Industrial**:** Métodos**,** Estándares y Diseños del Trabajo, 10a Edición, Editorial: Alfaomega.
- 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.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Derechos Reservados 1991. Estado de México.
- SABINO c. (2002), El proceso de investigación. Venezuela. Editorial Panapo.
- Tamayo y Tamayo (1986), El proceso de la investigación científica, Editorial Limusa.
- ROJAS NARVÁEZ, Rosa. Orientaciones Prácticas para la Elaboración de Informes de Investigación. Segunda Edición Ampliada y Corregida. Puerto Ordaz 1997.
- NIEBEL, Benjamín Ingeniería Industrial. “Métodos, Tiempo y Movimiento”. Profesor Emerito 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.

# APENDICES

**Figura 1. Sala de Hornos**

**Figura 2. Precalentamiento del Horno**

**Figura 3. Línea de moldes para colada en arena, paralelas a los hornos**

**Figura 4. Vaciado de la colada en los moldes de arena**

**Figura 5. Recuperación de piezas de los moldes de arenas**

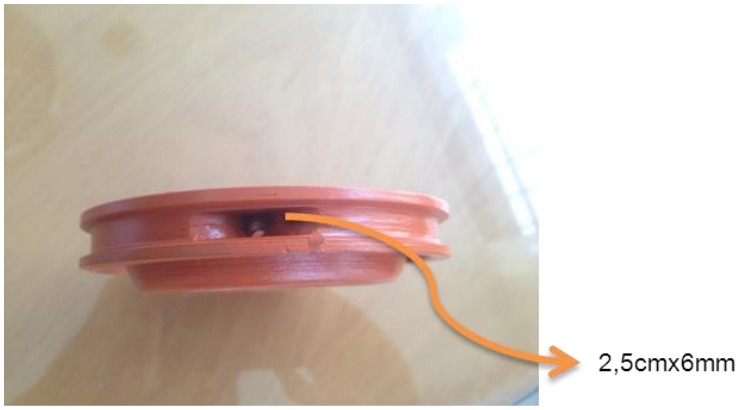


**Figura 6. Vista de Perfil del Carrete.**

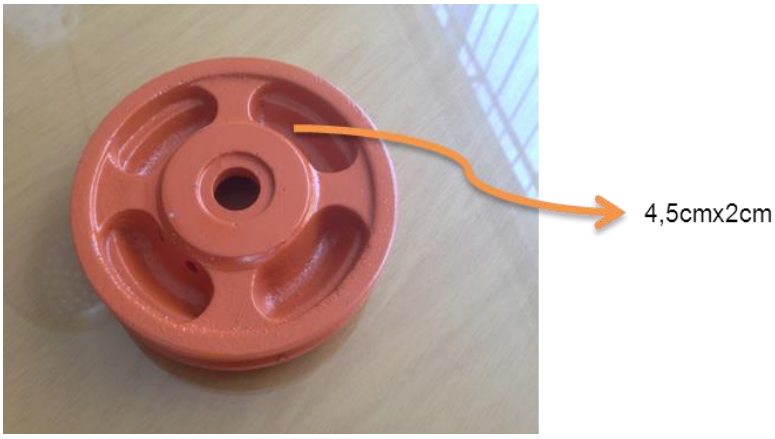


**Figura 7. Vista Inferior del Carrete.**

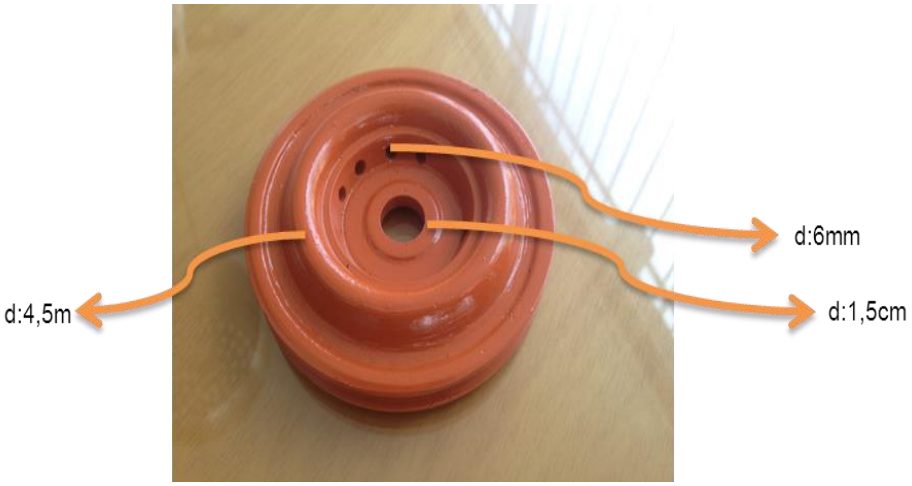


**Figura 8. Vista Superior del Carrete.**

# 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 | 3.917 | 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 |
| ∞ | 0.674 | 1.282 | 1.645 | 1.960 | 2.326 | 2.576 | 2.807 | 3.090 |

**Anexo 2. Sistema Westinghouse.**

| HABILIDAD | | | ESFUERZO | | |
|---|---|---|---|---|---|
| + 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 |

| CONDICIONES | | | CONSISTENCIA | | |
|---|---|---|---|---|---|
| + 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. Definiciones Operacionales de Los Factores de Fatiga.

### a) Condiciones de Trabajo

| | |
|---|---|
| **1.Temperatura** | **GRADO 1** (5 PUNTOS) Climatización bajo control eléctrico o mecánico 20 °C < Temperatura ≤ 24 °C<br><br>**GRADO 2** (10 PUNTOS) Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores 24 °C < Temperatura ≤ 29,5 °C. b) Para trabajos externos 26,5 °C < Temperatura ≤32 °C<br><br>**GRADO 3** (15 PUNTOS) Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores 26,5 °C < Temperatura ≤28 °C. b) Para trabajos externos o con circulación de aire 32 °C < Temperatura ≤ 34,5 °C<br><br>**GRADO 4** (40 PUNTOS) a) Ambientes sin circulación de aire Temperatura ≥32 °C. b) Ambientes con circulación normal de aire 35 °C < Temperatura ≤ 41,5 °C |

| | |
|---|---|
| **2. Condiciones Ambientales** | **GRADO 1** (5 PUNTOS) a.) Operaciones normales en exteriores. b.) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.<br><br>**GRADO 2** (10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.<br><br>**GRADO 3** (20 PUNTOS) Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada.<br><br>**GRADO 4** (30 PUNTOS) Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire. |

| | |
|---|---|
| **3. Humedad** | **GRADO 1** (5 PUNTOS) Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21°C a 24°C<br><br>**GRADO 2** (10 PUNTOS) Ambientes secos. Menos del 30% dehumedad relativa.<br><br>**GRADO 3** (15 PUNTOS) Alta humedad. Sensación pegajosa en lapiel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%<br><br>**GRADO 4** (20 PUNTOS) Elevadas condiciones de humedad, talescomo trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, queameritan el uso de ropa especial. |

| | |
|---|---|
| **4. Nivel de Ruido** | **GRADO 1** (5 PUNTOS) Ruido de 30 a 60 decibeles. Característicoen oficinas o en ambientes poco ruidosos.<br><br>**GRADO 2** (10 PUNTOS) a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.<br><br>**GRADO 3** (20 PUNTOS) a) Ruidos agudos por encima de 90decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidosintermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.<br><br>**GRADO 4** (30 PUNTOS) Ruidos de alta frecuencia u horascaracterísticas molestas, ya sean intermitentes o constantes. |

| | |
|---|---|
| **5. Iluminación** | **GRADO 1** (5 PUNTOS) Luces sin resplandor. Iluminaciónfluorescente 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.<br><br>**GRADO 2** (10 PUNTOS) Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.<br><br>**GRADO 3** (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.<br><br>**GRADO 4** (20 PUNTOS) Trabajos a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión. |

## b) Repetitividad

| | |
|---|---|
| **1. Duración de Trabajo** | **GRADO 1** (20 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en un minuto o menos.<br><br>**GRADO 2** (40 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en 15 minutos o menos.<br><br>**GRADO 3** (60 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en una hora o menos.<br><br>**GRADO 4** (80 PUNTOS) Operación o sub operación que puede completarse en más de una hora. |

| | |
|---|---|
| **2. Repetición del Ciclo** | **GRADO 1** (20 PUNTOS) a) Poca posibilidad de monotonía. El trabajador puede programar su propio trabajo o variar su padrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las sub operaciones no son necesariamente de realización diaria.<br><br>**GRADO 2** (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.<br><br>**GRADO 3** (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.<br><br>**GRADO 4** (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. |

| | |
|---|---|
| **3. Esfuerzo Físico** | **GRADO 1** (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.<br><br>**GRADO 2** (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.<br><br>**GRADO 3** (60 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo para pesos superiores a 30Kg. b) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12,5 Kg. y 30Kg.<br><br>**GRADO 4** (80 PUNTOS) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30Kg. |

| | |
|---|---|
| **4. Esfuerzo Mental o Visual** | **GRADO 1** (10 PUNTOS) Atención mental o visual aplicadaocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del operador es requerida a intervalos muy largos.<br><br>**GRADO 2** (20 PUNTOS) 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.<br><br>**GRADO 3** (30 PUNTOS) 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.<br><br>**GRADO 4** (50 PUNTOS) 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. |

## c) Posición de Trabajo

| | |
|---|---|
| **1. Esfuerzo Mental o Visual** | **GRADO 1** (10 PUNTOS) Realización del trabajo en posiciónsentado o mediante una combinación de sentado, parado ycaminando, donde el intervalo entre cambios de posición es inferir acinco minutos. El sitio de trabajo presenta una altura normalrespecto a la posición de la cabeza y los brazos del trabajador.<br><br>**GRADO 2** (20 PUNTOS) a) Realización del trabajo parado ocombinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente solo en pausas programadas para descansar. b) El sitio detrabajo presenta una disposición fuera del rango normal de trabajo,impidiendo la comodidad de brazos, piernas y cabeza por periodoscortos inferiores a un minuto.<br><br>**GRADO 3** (30 PUNTOS) Operaciones donde el sitio de trabajo o lanaturaleza del mismo obliguen a un continuo agacharse oempinarse; o donde el trabajo requiera la extensión de los brazos ode las piernas constantemente.<br><br>**GRADO 4** (40 PUNTOS) Operaciones donde el cuerpo escontraído o extendido por largos periodos de tiempo o donde la atención exige que el cuerpo no se mueva. |

## Anexo 4. Concesiones por Fatiga.

| CONCESIONES POR FATIGA | | | | CONCESIÓN % x JORNADA EFECTIVA<br>MINUTOS CONCEDIDOS = ----------<br>1 + CONCESIÓN % | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CLASE | LÍMITES DE CLASE | | CONCESIÓN (%) POR CLASE | JORNADA EFECTIVA (MINUTOS) | | | |
| | | | | **510** | **480** | **450** | **420** |
| | INFERIOR | SUPERIOR | | 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 |
| D5 | 283 | 289 | 20 | 85 | 80 | 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 |
| F4 | 346 | 349 | 29 | 115 | 108 | 101 | 94 |
| F5 | 350 | … Y MÁS | 30 | 118 | 111 | 104 | 97 |

## Anexo 5. Hoja de Concesiones.

| Interamericana de Productos, C.A. INPROCA | **H O J A  D E  C O N C E S I O N E S** | NÚMERO | II - 001 |
|---|---|---|---|
| | | VIGENCIA | N/A |
| | | FECHA | 06/06/14 |

| | | |
|---|---|---|
| CÓDIGO DE CARGO: N/A | CONCESIONES: N/A | FECHA [x] EFECTIVA [ ] REEMPLAZADA |
| ÁREA: Pintado | GERENCIA O DIVISIÓN: N/A | PREPARADO POR: Grupo de Laboratorio 2013-2 |
| PROYECTO: Estudio de Tiempo | DEPARTAMENTO O SECCIÓN: Producción | REVISADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero |
| PROCESO: Pintado de carretes | TÍTULO DEL CARGO: Operador de la pistola de pintura | APROBADO POR: MSc. Ing. Iván J. Turmero |

**PUNTOS POR GRADO DE FACTORES**

| FACTORES DE FATIGA | 1er. | 2do. | 3er. | 4to. |
|---|---|---|---|---|
| **CONDICIONES DE TRABAJO:** | | | | |
| 1 TEMPERATURA | 5 [ ] | 10 [ ] | 15 [x] | 40 [ ] |
| 2 CONDICONES AMBIENTALES | 5 [x] | 10 [ ] | 20 [ ] | 30 [ ] |
| 3 HUMEDAD | 5 [ ] | 10 [x] | 15 [ ] | 20 [ ] |
| 4 NIVEL DE RUIDO | 5 [ ] | 10 [ ] | 20 [x] | 30 [ ] |
| 5 LUZ | 5 [x] | 10 [ ] | 15 [ ] | 20 [ ] |
| **REPETITIVIDAD:** | | | | |
| 6 DURACIÓN DEL TRABAJO | 20 [ ] | 40 [ ] | 60 [x] | 80 [ ] |
| 7 REPETICIÓN DEL CICLO | 20 [ ] | 40 [x] | 60 [ ] | 80 [ ] |
| 8 DEMANDA FÍSICA | 20 [x] | 40 [ ] | 60 [ ] | 80 [ ] |
| 9 DEMANDA MENTAL O VISUAL | 10 [ ] | 20 [ ] | 30 [x] | 50 [ ] |
| **POSICIÓN:** | | | | |
| 10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO | 10 [ ] | 20 [x] | 30 [ ] | 40 [ ] |

TOTAL PUNTOS: 225

CONCESIONES POR FATIGA: (MINUTOS) 48

**OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)**

TIEMPO PERSONAL: 20

DEMORAS INEVITABLES: 105

TOTAL CONCESIONES: 125