



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 PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO Y DISMINUIR LOS TRASLADOS EN LA COOPERATIVA SPHAIRO GRAPHITE, R.L.”**

**INTEGRANTES:**

Anduz Yohanis

Chancellor Juan

Márquez Marlene

Rodríguez Rosmary

Villarroel Yusleidi

**ASESOR:**

MSc. Ing. Iván J. Turmero Astros

**CIUDAD GUAYANA, MARZO DE 2012**



**“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO Y DISMINUIR LOS TRASLADOS EN LA COOPERATIVA SPHAIRO GRAPHITE, R.L.”**



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 PARA MEJORAR LA  
DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO Y DISMINUIR LOS  
TRASLADOS EN LA COOPERATIVA SPHAIRO GRAPHITE, R.L.”**

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, MARZO DE 2012.**

**“ESTUDIO DE INGENIERÍA DE MÉTODOS PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO Y DISMINUIR LOS TRASLADOS EN LA COOPERATIVA SPHAIRO GRAPHITE, R.L.”**

Págs. 196

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

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

**UNEXPO**

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



## DEDICATORIA

Queremos dedicarle este trabajo primeramente a Dios que nos ha dado la vida, fortaleza e inteligencia para terminar este proyecto de investigación.

A nuestros Padres por estar ahí cuando más los necesitamos y por brindarnos su apoyo incondicional.

A nuestro queridísimo profesor Iván J. Turmero Astros por sus orientaciones, palabras de aliento y porque siempre estuvo allí para todas nuestras inquietudes durante la realización de nuestro proyecto.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos principalmente a Dios por darnos la sabiduría suficiente para la realización de este proyecto.

A nuestros padres que nos apoyaron y motivaron en todo momento y no dudaron de nuestras habilidades.

Así mismo a todas las personas que de una u otra manera nos ayudaron en el desarrollo de este trabajo, como los trabajadores de la Cooperativa Sphairo Graphite y en especial a nuestro profesor guía Ing. Iván J. Turmero Astros que ha sido una gran ayuda y que sobre todo, nos ha sabido entender, aconsejar y guiar en este proceso.

Por último, a cada uno de nosotros, que formamos parte de este proyecto, Yohanis, Marlene, Rosmary, Yusleidi y Juan... Gracias por conocernos y porque supimos callar y hablar en pro de nuestro trabajo.



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

**Autores:** Anduz Yohanis, Chancellor Juan, Márquez Marlene, Rodríguez Rosmary y Villarroel Yusleidi.

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

**Fecha:** MARZO 2012

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito principal mejorar la distribución de las áreas de trabajo y disminuir los traslados en la COOPERATIVA SPHAIRO GRAPHITE, RL”. Es un estudio de tipo no experimental y se considera de tipo descriptiva, evaluativa, aplicada y cualitativa debido a que todo se hizo bajo un enfoque sistemático a través de la descripción, análisis y la interpretación del proceso de fabricación de piezas de grafito, se apoya en una investigación de campo, realizando visitas a la empresa para observar el proceso directamente desde la realidad, recolectando de esa manera los datos necesarios para el análisis, utilizando la observación científica y las entrevistas; sin controlar ni manipular ninguna variable.

Posteriormente se procedió a la identificación de los problemas presentes, elaborándose los diagramas de operaciones, proceso y de flujo/recorrido. En general, se aplicó satisfactoriamente el estudio de métodos con el fin de incrementar la eficiencia del proceso.

**PALABRAS CLAVES:** Distribución, traslados, descripción, fabricación, análisis, diagramas, eficiencia.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pág.</b>
Dedicatoria	6
Agradecimientos	Vi
Resumen	Vii
Índice General	Ix
Índice de Figuras	Xi
Índice de Tablas	Xii
Índice de Gráficos	Xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	16
2.1. Ubicación de la empresa	16
1.2. Reseña histórica	16
1.3. Misión	16
1.4. Visión	16
1.5. Estructura Organizativa	17
1.6. Descripción del proceso	17
1.7. Cantidad de obreros	17
1.8. Cantidad de maquinarias	18

**CAPITULO II: EL PROBLEMA**

2.1. Antecedentes	19
2.2. Justificación	20
2.3. Limitaciones	21
2.4. Planteamiento del problema	22
2.5. Objetivo general	24

**CAPITULO III: MARCO TEÓRICO** 27

3.1. Ingeniería de Métodos	27
3.2. Sinónimos	27
3.3. Ramas de la Ingeniería de Métodos	27
3.4. Estudio del Trabajo	28
3.5. Alcances de la Ingeniería de Métodos	29
3.6. Diagrama	30
3.7. Casos Particulares de los Diagramas	32
3.8. Símbolos (Elementos del Proceso)	35
3.9. Análisis Operacional	36
3.10. Examen Critico	37
3.11. Estudio de Tiempos	59
3.12. Muestreo del Trabajo	83
3.13. Teoría de la Empresa	97

<b>CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO</b>	103
4.1. Tipo de Estudio	103
4.2. Diseño de Investigación	104
4.3. Población y Muestra	105
4.4. Recursos	105
4.5. Procedimiento	106
<b>CAPITULO V: MARCO SITUACION ACTUAL</b>	
5.1. Método Actual	110
5.2. Diagrama de Proceso	111
5.3. Layout de La Cooperativa	114
5.4. Diagrama Flujo / Recorrido	115
5.5. Problemas Generales	116
5.6. Técnica del Interrogatorio	116
5.7. Preguntas de la OIT	119
5.8. Enfoques Primarios	128
5.9. Análisis General de la Cooperativa.	132
<b>CAPITULO VI: SITUACION PROPUESTA</b>	
6.1. Descripción del nuevo Método de Trabajo	136
6.2. Diagrama del Proceso Propuesto	137
6.3. Layout Propuesto de La Cooperativa.	141
6.4. Diagrama de Flujo/ Recorrido Propuesto	142

6.5. Análisis de Los Problemas (Soluciones)	143
<b>CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE TIEMPO Y MUESTREO</b>	145
7.1. Tiempo Estándar	145
7.2. Muestreo del trabajo	156
<b>CONCLUSIONES</b>	174
<b>RECOMENDACIONES</b>	175
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	177
<b>ANEXOS</b>	178
<b>APENDICES</b>	187

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>Pág.</b>
1. Organigrama de la Cooperativa Sphairo Graphite	17
2 .Proceso	
Apéndice 3 y 4	188
Apéndice 5,6 y 7	189
3. Producto Final (Barra de Grafito)	
Apéndice 8	190
4. Maquinas	
Apéndice 9	190

Apéndice 10 y 11	191
Apendice 12 y 13	192
Apéndice 14 y 15	193
Apéndice 16 y 17	194
Apéndice 18 y 19	195
Apéndice 20	196

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1	160
Tabla 2	161
Tabla 3	162
Tabla 4	163
Tabla 5	165
Tabla de la t de student	178
Tabla de Factor de Calificación	179
Tabla de Factores de Fatiga	180
Tabla de Concesiones por fatiga	186

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO</b>	<b>Pág.</b>
1. Grafico de Control	170
2. Diagrama de Pareto	172

## INTRODUCCIÓN.

La ingeniería de métodos es una herramienta muy importante que puede servir de aplicación para realizar estudios a fondo de los procesos que se llevan a cabo en las empresas, con la finalidad de identificar posibles causas que generen las fallas en los mismos y de esta manera proponer una mejor forma de realización del trabajo, incrementando su productividad y haciendo el mejor aprovechamiento de los recursos que posee.

El estudio que se va a realizar en la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L., se enfoca en la transformación del grafito en distintas piezas, tomando como punto principal el desenvolvimiento del operario, con el objeto de desarrollar un estudio de movimiento mediante la descripción del proceso. En función de esto, se inspeccionó a la cooperativa con la finalidad de observar de forma directa el proceso, el desempeño del operario y el manejo de los materiales, así como el funcionamiento de las máquinas; de esta manera recopilar información que no se puede apreciar a simple vista, aplicando las técnicas del interrogatorio y las preguntas sugeridas por la OIT.

Basándose también en la aplicación del método de análisis operacional en el proceso de fabricación de piezas de grafito y proponer un nuevo método eficiente para solucionar el problema que tiene mayor prioridad en el proceso, siendo éste la falta de espacio en el galpón. Así también realizar el diagrama de proceso y de flujo recorrido que contenga las nuevas mejoras planteadas.

La información necesaria para lograr el propósito de este estudio, se va a obtener a través de visitas a la cooperativa con el propósito de tomar los datos para hacer los cálculos del estudio de tiempo, debido a que los tiempos de ejecución de las actividades realizadas por los operarios no están estipulados y también aplicando el estudio de muestreo para determinar el porcentaje de eficiencia del operario.

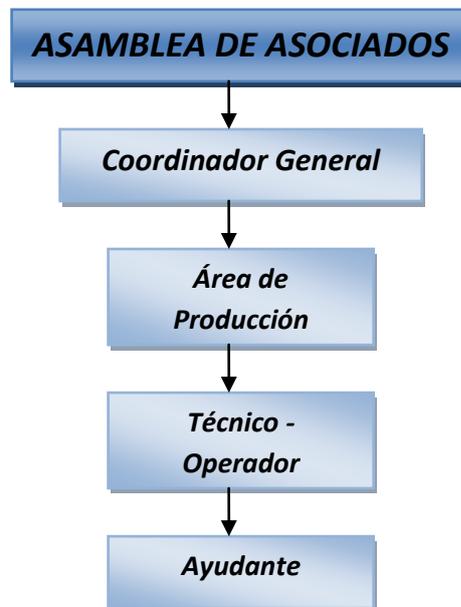
El desarrollo del presente proyecto se estructuró de la siguiente manera:

- Capítulo I: El Problema. Donde se explica la problemática existente, se formulan los objetivos y la justificación de la investigación.
- Capítulo II: Generalidades de la Empresa. El cual presenta la descripción y funcionalidades de la empresa en cuestión, así como del área de trabajo y del proceso realizado.
- Capítulo III: Marco de Referencia. Contiene los aspectos teóricos utilizados como herramienta y base del estudio realizado.
- Capítulo IV: Marco Metodológico. Se describe la metodología detallando el tipo de investigación, Diseño de la Investigación, Población y Muestra, y las Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos.
- Capítulo V: Situación Actual. Incluye la descripción de la situación actual evidenciada mediante la observación directa.
- Capítulo VI: Situación Propuesta. En la cual se describen y presentan los aportes desarrollados por el investigador.
- Capítulo VII: Estudio de Tiempos y Muestreo del Trabajo. El cual presenta los cálculos del tamaño de la muestra, evaluación del operario, cálculo del Tiempo Normal, asignación de Tolerancias, cálculo del Tiempo Estándar y determinación de la eficiencia.
- Conclusiones y Recomendaciones.



### 1.5. Estructura Organizativa.

La autoridad suprema de la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L, está constituida por:



**Figura N° 1:** Estructura Organizativa de la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L.

### 1.6. Descripción general del proceso.

El proceso que se realiza en la cooperativa Sphairo Graphite, R.L. consiste en la fabricación y comercialización de piezas elaboradas en material de grafito, tales como: tapas, sellos mecánicos, bocinas, niples, barras, placas o bloques con características especiales propuestos por el cliente (largo, ancho, espesor y forma).

### 1.7. Cantidad de obreros.

La cooperativa cuenta con un técnico-operador que trabaja directamente en el proceso de fabricación de piezas de grafito.

Dependiendo de la cantidad de producción y el grado de dificultad de la operación se contratan ayudantes necesarios para llevar a cabo la realización del proceso, que contribuyen a minimizar el trabajo del técnico.

### 1.8. Cantidad de maquinarias.

La Cooperativa Sphairo Graphite, R.L cuenta con las siguientes maquinarias para el desarrollo de sus procesos:

Nombre	Especificaciones	Cantidad
<b>Sierra Cinta</b>		<b>1</b>
<b>Canteadora o Cepilladora</b>	Delta 24" Planer	<b>1</b>
<b>Sierra Circular</b>	Sierra Múltiple Para Madera Modelo: MC643 Marpex Industrial Volt: 220V 1Phase 60Hz Motor 3HP High Elevating	<b>1</b>
<b>Peso Digital</b>	TCS Electronic Price Platform Scale	<b>1</b>
<b>Torno</b>		<b>1</b>
<b>Recolectora de Polvo</b>	L&W Tools-Guaranteed Quality	<b>1</b>

**Figura N° 2. Maquinarias de la Cooperativa**  
(Ver apéndices 9-13)

## CAPÍTULO II: EL PROBLEMA.

### 2.1. Antecedentes.

La Cooperativa Sphairo Graphite, R.L., está conformada desde el 06 de Diciembre del 2005, y está integrada por un ex-trabajador que laboraba en algunas de las empresas básicas de la región Guayana. La idea de conformar la Cooperativa es el hecho de que solo existe una empresa Mercantil que presta el servicio de fabricación de piezas en material de grafito. Esta se puede seleccionar entre unas de las pequeñas empresas que se encuentran en Ciudad Guayana, dedicándose exclusivamente a trabajar con material de grafito, pues, en ella se transforma el material en diferentes piezas dependiendo de las necesidades del cliente. Esta se caracteriza por trabajar contra pedido, con una jornada de trabajo continua. En los períodos que no hay pedido, el galpón permanece cerrado, hasta que reciben una orden de compra.

Con el surgimiento de la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L., se realizará el servicio, con Equipos y Maquinarias completamente nuevos, no como una actividad adicional, sino, como tarea exclusiva, ya que esta actividad, es el objeto de la empresa.

Para el inicio de la Cooperativa, esta no contaba con el dinero suficiente para adquirir un galpón, por tal motivo la Asamblea de Asociados decide alquilar el galpón donde hoy en día se desarrolla el proceso. Este galpón no es suficientemente amplio para distribuir de manera adecuada las máquinas y debido a esto no se pueden crear almacenes necesarios para el resguardo de la materia prima, productos terminados y desperdicios.



### 2.3. Limitaciones.

Las limitaciones que se presenta para la realización del estudio de Ingeniería de Métodos, es que la empresa no cuenta con el Layout o diagrama de flujo/recorrido de las actividades que se realizan; además de que no es un proceso continuo sino por pedido y eso impide que se detalle el proceso, agregado a esto al momento de realizar la entrevista se tuvo que esperar cierto tiempo, debido a que el operario estaba ocupado. Para la realización del estudio se tuvo que esperar algunos días para que el operario iniciara el proceso (ya se tenía un orden de compra de 200 barras de grafito) para la toma de tiempos; además se generó un percance que impidió tomar los datos de efectividad e inefectividad del operario en el galpón, ya que el pedido que tenían había sido entregado y por ello se seleccionó otra actividad que no esta tan relacionada con la fabricación de piezas, sino con las actividades que se realizan dentro de la instalación.

### 2.4. Planteamiento del Problema.

En la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L. ubicada en la Zona Industrial “Villa Betania” UD-324-01-01 Galpón N°5. Av. Caracas. Puerto Ordaz – Estado Bolívar, cuenta con 6 años de funcionamiento dentro del mercado de: **Servicio de fabricación de piezas de piezas en material de grafito**, tales como: tapas, sellos mecánicos, bocinas, niples, barras (ver apéndice 8), placas o bloques con características especial propuestos por el cliente (largo, ancho, espesor y forma).

Los productos fabricados con material de grafito, permiten que tengan las características idóneas para un mejor rendimiento, en cuanto a: resistencia térmica, auto-lubricación, bajo coeficiente de fricción y

resistencia a la mayoría de los agentes químicos y por tanto mayor durabilidad. Estos materiales son químicamente inertes.

La cooperativa ha empezado sus labores con un espacio limitado, lo que conlleva a que exista una mala distribución de las maquinarias que ocasiona que el operario haga largos traslados innecesarios y a la falta de áreas de almacenamiento para la materia prima, producto terminado y desperdicios. Además presenta condiciones ambientales poco óptimas para la realización del proceso. Esta área no cuenta con la demarcación de las zonas de trabajo, así como las señalizaciones de seguridad (entrada y salidas, cargas y descargas). Al observar las dimensiones del área donde se labora, se pudo evidenciar que el problema radica por carencia de espacio.

Al momento de recibir un pedido se tiene que paralizar el proceso debido a que la “zona de almacenamiento” está ubicada al final del galpón (ver apéndice 18). Por otro lado cuando reciben una orden de compra los ayudantes realizan un procedimiento agotador al llenar y llevar ellos mismos la mercancía pedida por el cliente a un camión una por una sin importar la cantidad que sea.

El problema con la materia prima que se va a trabajar es lo suficientemente grave ya que estos son colocados en el suelo en todo el galpón (ver apéndices 15, 16 y 17) donde el personal se les hace incomodo e inseguro transitar por esa zona. Por otra parte, el almacenamiento de materia prima, producto terminado y desperdicios reutilizables son colocadas en zonas mal ubicadas que intervienen directamente con la fabricación de las piezas de grafito (ver apéndice: figura 18).

Las operaciones y actividades que se realizan en este proceso son generalmente de tipo manual, ya que estas no cuentan con los recursos necesarios para la adquisición de nuevas máquinas que puedan ser capaces de realizar las diferentes operaciones.

Para este tipo de trabajo el operario debe poseer y tener un conocimiento amplio acerca del proceso de fabricación de piezas de grafito, además se deben estandarizar los tiempos de ejecución de las actividades, así como también es necesario calificar al operario de una forma cualitativa y cuantitativamente, dependiendo de su actuación. Estos estándares permiten lograr una justa evaluación del desempeño laboral y además de planificar los tiempos de producción.

El proceso de producción no cuenta con un sistema de fabricación automatizado ni estandarizado, por lo que los tiempos de ejecución de las actividades realizadas por los operarios no están estipulados, debido a que hay variabilidad en el proceso, ya que al momento de realizar el trabajo existen muchas interrupciones por entes externos. Además no se cuenta con un control de producción, ya que se trabaja de forma empírica, que va a depender de las habilidades que posea el operario a través de la experiencia que se adquiere con el tiempo.

La operación seleccionada para hacer el estudio de estandarización de tiempo, fue la actividad de corte que se realiza en la sierra cinta, en esta actividad el operario realiza mayor esfuerzo al trasladar los pedazos de materia prima a la sierra cinta para cortarlas en función de las exigencias de los clientes.

A lo que se refiere el estudio de muestreo, este se aplicará al operario para determinar el porcentaje de eficiencia y los factores que puedan intervenir en el retraso de los pedidos y en los acabados de las piezas que se realizan en las instalaciones de la Cooperativa.

Otros problemas de menor escala de prioridad, pero que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- Falta de iluminación.
- Falta de ventilación.
- Falta de aseo de las áreas y maquinarias (ver apéndice: figura 5 y 6).

Esta situación evidentemente, da a demostrar la falta de un Análisis Operacional en el proceso de fabricación que aplica la Cooperativa.

## **2.5. Objetivo general.**

- Realizar un estudio de métodos al proceso de fabricación de piezas de grafito actual que ejecuta la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L
- Elaborar un método de trabajo para mejorar el proceso de fabricación de piezas de grafito.

## **2.6. Objetivos específicos.**

- Desarrollar un estudio de movimiento mediante la descripción del proceso de la cooperativa Sphairo Graphite, R.L.
- Representar las actividades mediante un diagrama de procesos.

- Presentar la distribución del área mediante un plano, representando en este el diagrama de Flujo/Recorrido.
- Elaborar un diagrama de procesos y un diagrama de flujo o recorrido propuesto con las mejoras para el proceso de fabricación de piezas de grafito.
- Determinar el tiempo estándar de realización del proceso de fabricación de piezas de grafito. Evaluar el proceso productivo que se ejecuta en la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.
- Evaluar de manera crítica el proceso del método de trabajo actual.
- Determinar y priorizar por orden de importancia las fallas observadas que afectan el proceso.
- Aplicar la herramienta del Análisis Operacional, que abarca las preguntas de la OIT, técnicas del interrogatorio y los enfoques primarios.
- Proponer un método eficiente para solucionar el problema que tiene mayor prioridad en el proceso.
- Realizar el Diagrama de Proceso que contenga las nuevas mejoras planteadas.
- Realizar el Diagrama de Flujo/Recorrido que contenga las mejoras planteadas.
- Realizar un análisis general del proceso.
- Determinar el tamaño de la muestra que se tomará para la realización del estudio de tiempo.
- Identificar los elementos que estén más asociados a la operación para realizar el estudio.
- Utilizar el cronómetro para la toma de tiempo.
- Calcular los tiempos seleccionados de la operación del proceso para vaciarlos en el formato.
- Determinar la calificación de la velocidad del operario a través del método WESTINGHOUSE.
- Determinar el tiempo normal.

- Determinar las tolerancias a ser asignadas según las características de la operación.
- Calcular el tiempo estándar de la operación seleccionada. Determinar el porcentaje de eficiencia del operario.
- Establecer la exactitud y el nivel de confianza.
- Determinar el número de observaciones para realizar el estudio de muestreo.
- Diseñar el plan de muestreo.
- Generar los números aleatorios.
- Diseñar el formato a utilizar para vaciar los datos obtenidos.
- Elaborar el gráfico de control.
- Elaborar el diagrama de Pareto para determinar la incidencia del porcentaje de las causas.
- Comparar la exactitud.
- Interpretar los gráficos y proponer posibles soluciones.

## CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO.

### 3.1. Ingeniería de métodos.

Es el conjunto de procedimientos sistemáticos de las operaciones actuales para introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo y permita que este sea hecho 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 de las utilidades de la empresa, analizando:

- Las materias, materiales, herramientas, productos de consumo.
- El espacio, superficies cubiertas, depósitos, almacenes, instalaciones
- El tiempo de ejecución y preparación.
- La energía tanto humana como física mediante una utilización racional de todos los medios disponibles.

### 3.2. Sinónimos.

- Análisis de operaciones.
- Simplificación del trabajo.
- Optimización de procesos.
- Organización científica del trabajo (OCT).
- Ingeniería del trabajo.

### 3.3. Ramas de la ingeniería de métodos.

Ingeniería de Métodos



1. Estudio de movimiento.
2. Estudio de tiempo.



### 3.5. Alcances de la ingeniería de métodos.

- Diseño, formulación y selección de los mejores: Métodos, procesos, herramientas, equipos diversos y especialidades necesarias para manufacturar un producto.
- El mejor método debe relacionarse con las mejores técnicas o habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente interrelación humano-máquina.
- Enseguida, determinar el tiempo requerido para fabricar el producto de acuerdo al alcance del trabajo.
- Cumplir con las normas o estándares predeterminados, y que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento.

Todas estas medidas incluyen también:

1. La definición del problema en relación con el costo esperado.
2. La repartición del trabajo en diversas operaciones.
3. El análisis de cada una de éstas para determinar los procesos de manufactura más económicos según la producción considerada.
4. La utilización de los tiempos apropiados, y finalmente
5. Las acciones necesarias para asegurar que el método sea puesto en operación adecuadamente, y en general, mejorar la calidad y por ende aumentar la productividad.

### 3.6. Diagrama.

Un diagrama es un gráfico que presenta en forma esquematizada información relativa e inherente a algún tipo de ámbito y que aparecerá representada numéricamente y en formato tabulado.

#### 3.6.1. Importancia de los Diagramas.

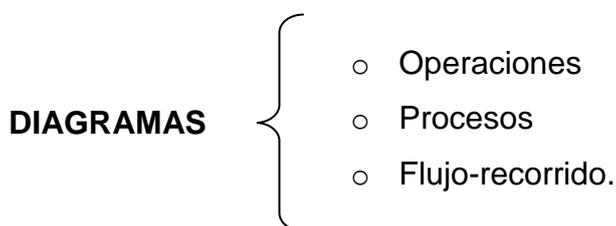
Facilita al Analista de Método, en la parte del diseño de un puesto de trabajo o para mejorarlo, presentar de forma rápida, clara, sencilla y lógica la información actual (hechos) relacionados con el proceso. Son herramientas o medios gráficos que le permiten realizar un mejor trabajo en un tiempo menor.

#### 3.6.2. Reglas para elaborar los diagramas.

- Material que entra, raya horizontal de identificación parte superior de la hoja, al final una raya vertical indica circulación.
- La raya horizontal lleva todas las indicaciones de referencia.
- La raya vertical lleva la sucesión de símbolos en orden de las etapas del proceso.
- Cada símbolo tiene una sucesión particular de números.
- Derecha nombre de la actividad, izquierda tiempo de duración, número de puesto o distancias.
- El resto de las verticales son secundarias, de derecha a izquierda en el orden en que van entrando al proceso.
- La vertical más hacia la derecha es la del elemento principal.

- La horizontal une a la vertical con la principal antes del ensamblaje.
- Todo elemento, pieza que entra al proceso sin transformación se une por una “línea materia” a la de circulación principal antes del símbolo de su utilización.
- Cambio de características a través de 2 líneas horizontales especificando las nuevas características.
- Si el elemento puede seguir caminos diferentes, existe bifurcación, alternativas de forma vertical.
- Numeración de la vertical principal a la izquierda teniendo en cuenta los cruces.

### 3.6.3. Tipos de Diagramas.



**3.6.3.1. Diagrama de operaciones:** Permite visualizar solo operaciones e inspecciones que se ejecutan durante la elaboración de un producto, a fin de analizar las relaciones existentes entre operaciones.

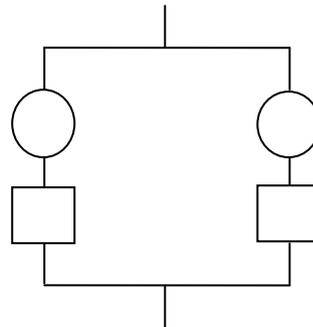
**3.6.3.2. Diagrama de procesos:** Representa gráficamente todas las actividades que se realizan durante la elaboración de un producto, es decir, visualiza operaciones, inspecciones, transportes, almacenajes y demora a fin de analizar costos

ocultos, actividades ocultas en el proceso productivo. Permite un análisis completo de la fabricación de una pieza o componente.

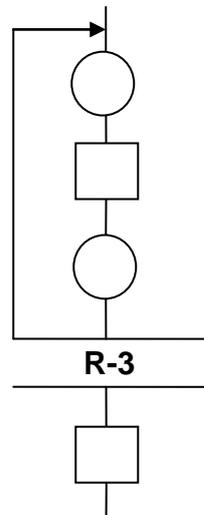
- 3.6.3.3. Diagrama de flujo-recorrido:** Es la representación del diagrama de proceso en un plano, donde se indica el recorrido y el descongestionamiento (si existe) durante el proceso productivo, además permite revisar la distribución del equipo en la planta.

### 3.7. Casos particulares de los diagramas.

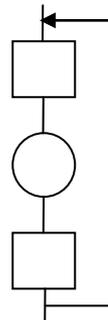
- 3.7.1. Alternativa:** Implica una división o bifurcación, que da la posibilidad de tomar un camino determinado, no hay orden específico para cada alternativa, pero se hace una a la vez.



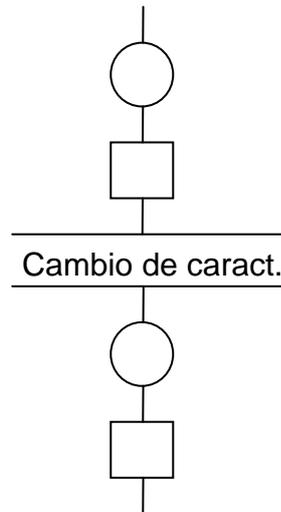
- 3.7.2. Repetición:** Característica específica del producto, cuando se repite una o varias operaciones, necesarias para mejorar el producto y la línea sale del lado izquierdo.



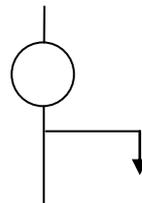
**3.7.3. Reproceso:** Este se diferencia de la repetición, en que éste se realiza cuando el producto tiene una falla y la línea sale del lado derecho.



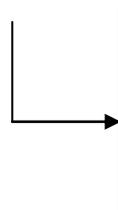
**3.7.4. Cambio de característica:** Se da cuando después de una operación el producto cambia sus características físicas y/o químicas y se representan a través de y líneas horizontales después del cambio.



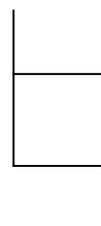
**3.7.5. Desperdicio:** Generalmente asociado a las actividades de desprendimientos de material, es necesario ver su utilidad, pueden generar inconvenientes al proceso, bien sea por entorpecimiento al área de trabajo, almacenamiento excesivo, entre otros.



**3.7.6. Montaje.**



**3.7.7. Desmontaje.**



### 3.8. Símbolos (Elementos del Proceso).

EVENTO	SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS
OPERACIÓN		MODIFICACIÓN INTENCIONAL QUE SE LE HACE A UN OBJETO ENCUALQUIERA DE SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS O QUÍMICAS.
INSPECCION		VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD Y/O CANTIDAD DE LA PARTE.
TRANSPORTE		INDICA MOVIMIENTO DE LOS TRABAJADORES, MATERIALES OEQUIPOS DE UN LUGAR A OTRO.
DEMORA		OCURRE CUANDO LAS CONDICIONES NO PERMITEN LA INMEDIATAREALIZACIÓN DE LA ACCIÓN PLANEADA (EVITABLE O INEVITABLE).
ALMACENADO		TIENE LUGAR CUANDO UN OBJETO SE MANTIENE Y PROTEGE CONTRA UN TRASLADO.
COMBINADO		INDICA ACTIVIDADES REALIZADAS CONJUNTAMENTE O POR ELMISMO OPERARIO EN EL MISMO PUNTO DE TRABAJO.

### **3.9. Análisis operacional.**

Procedimiento sistemático utilizado para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento permitiendo así incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios sin perjudicar la calidad. Es aplicable a todas las actividades de fabricación, administración de empresa y servicios.

#### **3.9.1. Aspectos a Considerar.**

1. Los hechos deben examinarse como son y no como parecen.
2. Rechazar ideas preconcebidas.
3. Reto y escepticismo.
4. Atención continua y cuidadosa.

#### **3.9.2. Utilidad.**

1. Origina un mejor método de trabajo.
2. Simplifica los procedimientos operacionales.
3. Maximiza el manejo de materiales.
4. Incrementa la efectividad de los equipos.
5. Aumenta la producción y disminuye el costo unitario.
6. Mejora la calidad del producto final.
7. Reduce los efectos de la impericia laboral.
8. Mejora las condiciones de trabajo.
9. Minimiza la fatiga del operario.

### 3.10. Examen Crítico.

Etapa que consiste en la revisión exhaustiva minuciosa, detallada de los hechos que se tienen, poniendo a prueba y en evidencia dicha información, es el escrutinio de esa información para validar su veracidad, esto permitirá establecer posibles alternativas y orientaciones para su mejora, evaluar la posibilidad de cambiar, reducir, simplificar y en el mejor de los casos eliminar, para ello, es necesario evaluar cinco aspectos: propósito, lugar, sucesión, medios y persona.

Abarca tres herramientas fundamentales:

1. Preguntas De La OIT.
2. Técnicas Del Interrogatorio.
3. Enfoques Primarios.

#### 3.10.1. Antecedentes de la OIT.

La Organización Internacional del Trabajo fue creada en 1919, al término de la Primera Guerra Mundial, cuando se reunió la Conferencia de la Paz, primero en París y luego en Versalles. Ya en el siglo XIX dos industriales, el galés Robert Owen (1771-1853) y el francés Daniel Legrand (1783-1859), habían abogado por la creación de una organización de este tipo.

Las ideas que éstos formularon, tras haber sido puestas a prueba en la Asociación Internacional para la Protección Legal de los Trabajadores, fundada en Basilea en 1901, se incorporaron en la Constitución de la Organización Internacional del Trabajo, adoptada por la Conferencia de la Paz en abril de 1919.

Su fundación respondía, en primer lugar, a una preocupación humanitaria. La situación de los trabajadores, a los que se explotaba sin

consideración alguna por su salud, su vida familiar y su progreso profesional y social, resultaba cada vez menos aceptable. Esta preocupación queda claramente reflejada en el Preámbulo de la Constitución de la OIT, en el que se afirma que «existen condiciones de trabajo que entrañan injusticia, miseria y privaciones para gran número de seres humanos».

También se basó en motivaciones de carácter político. De no mejorarse la situación de los trabajadores, cuyo número crecía constantemente a causa del proceso de industrialización, éstos acabarían por originar conflictos sociales, que podrían desembocar incluso en una revolución. El Preámbulo señala que el descontento causado por la injusticia «constituye una amenaza para la paz y armonía universales».

La tercera motivación fue de tipo económico. Cualquier industria o país que adoptara medidas de reforma social se encontraría en situación de desventaja frente a sus competidores, debido a las inevitables consecuencias de tales medidas sobre los costos de producción. El Preámbulo señala que «si cualquier nación no adoptare un régimen de trabajo realmente humano, esta omisión constituiría un obstáculo para otras naciones que deseen mejorar la suerte de los trabajadores en sus propios países».

Los participantes en la Conferencia de la Paz aportaron un motivo adicional para la creación de la Organización Internacional del Trabajo, motivo relacionado con el final de la guerra, a la que tanto habían contribuido los trabajadores en el campo de batalla y en la industria. Esta idea queda reflejada en la propia frase inicial de la Constitución: «la paz universal y permanente sólo puede basarse en la justicia social».

La Comisión de Legislación Internacional del Trabajo, instituida por la Conferencia de la Paz, redactó la Constitución de la OIT entre los meses de enero y abril de 1919. Integraban esta Comisión los representantes de nueve países (Bélgica, Cuba, Checoslovaquia, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Polonia y Reino Unido) bajo la presidencia de Samuel Gompers, presidente de la Federación Estadounidense del Trabajo (AFL). Como resultado de todo ello, se creaba una organización tripartita, única en su género, que reúne en sus órganos ejecutivos a los representantes de los gobiernos, de los empleadores y de los trabajadores. La Constitución de la OIT se convirtió en la Parte XIII del Tratado de Versalles.

La primera reunión de la Conferencia Internacional del Trabajo, que en adelante tendría una periodicidad anual, se celebró a partir del 29 de octubre de 1919 en Washington, y cada uno de los Estados Miembros envió dos representantes gubernamentales, uno de las organizaciones de empleadores y otro de las organizaciones de trabajadores. Se aprobaron durante dicha reunión los seis primeros convenios internacionales del trabajo, que se referían a las horas de trabajo en la industria, al desempleo, a la protección de la maternidad, al trabajo nocturno de las mujeres y a la edad mínima y al trabajo nocturno de los menores en la industria.

El Consejo de Administración, órgano ejecutivo de la OIT elegido por la Conferencia - la mitad de cuyos miembros son representantes gubernamentales, una cuarta parte representantes de los trabajadores y la cuarta parte restante representantes de los empleadores - eligió a Albert Thomas como primer Director de la Oficina Internacional del Trabajo, que es la secretaría permanente de la Organización. Albert Thomas era un político francés que demostraba un profundo interés por los problemas sociales, y que fue miembro del Gobierno durante la guerra como responsable en materia de municiones. Dio un fuerte impulso a la

Organización desde el primer momento. En menos de dos años, se aprobaron 16 convenios internacionales del trabajo y 18 recomendaciones.

La OIT se estableció en Ginebra en el verano de 1920. Pronto, el celo que guió a la Organización en sus primeros años fue atenuándose. Algunos gobiernos opinaban que el número de convenios era excesivo, que las publicaciones eran demasiado críticas y que el presupuesto era muy elevado. En consecuencia, era necesario proceder a una reducción global. Sin embargo, la Corte Internacional de Justicia declaró, a instancias del Gobierno de Francia, que la reglamentación internacional de las condiciones de trabajo del sector agrícola se encontraba asimismo dentro del ámbito de acción de la OIT.

En 1926 se introdujo una innovación importante: la Conferencia Internacional del Trabajo creó un mecanismo para supervisar la aplicación de sus normas, mecanismo que aún existe en nuestros días. La Conferencia creó una Comisión de Expertos, compuesta por juristas independientes y cuya misión consistía en examinar las memorias sometidas por los gobiernos y presentar cada año su propio informe a la Conferencia.

Albert Thomas falleció repentinamente en 1932, tras haber logrado durante 13 años que la OIT mantuviera una fuerte presencia en el mundo. Su sucesor, el inglés Harold Butler, adjunto de Albert Thomas desde la creación de la Organización, hubo de enfrentarse a la Gran Depresión y al consiguiente desempleo masivo. En este período, los representantes de los trabajadores y los de los empleadores debatieron sobre el tema de la reducción del número de horas de trabajo, sin lograr resultados apreciables. En 1934, durante la presidencia de Franklin D. Roosevelt, los Estados Unidos, que no pertenecían a la Sociedad de Naciones, se adhirieron a la OIT en calidad de Miembro.

En 1939, el estadounidense John Winant, antiguo Gobernador de New Hampshire y primer director del sistema de seguridad de social de su país, que ocupaba a la sazón el puesto de Director Adjunto de la OIT, sucedió a Harold Butler, que había presentado su dimisión. Su principal tarea consistió en preparar a la Organización para la guerra que ya era inminente. En mayo de 1940, la situación reinante en Suiza, país que se encontraba aislado y amenazado en el centro mismo de una Europa en guerra, indujo al nuevo Director a trasladar temporalmente la sede de la Organización a Montreal, en Canadá. En 1941, el Presidente Roosevelt nombró a John Winant como Embajador de los Estados Unidos en Londres, puesto en el que sustituyó a Joseph Kennedy.

En 1941, fue nombrado Director el irlandés Edward Phelan, quien conocía perfectamente la OIT, puesto que había participado en la redacción de su Constitución. Había desempeñado asimismo un importante papel durante la reunión, en medio de la Segunda Guerra Mundial, de la Conferencia Internacional del Trabajo en Filadelfia, a la que asistieron los representantes de gobiernos, empleadores y trabajadores de 41 países.

Los delegados aprobaron *la Declaración de Filadelfia* que, como anexo a la Constitución, sigue siendo todavía la carta en la que se fijan los fines y objetivos de la OIT. En 1948, aún durante el mandato de Phelan, la Conferencia Internacional del Trabajo adoptó el Convenio sobre la libertad sindical y la protección del derecho de sindicación, 1948.

En 1948 fue nombrado al frente de la OIT el estadounidense David Morse, quien desempeñaba importantes funciones, aunque de poca notoriedad, dentro de la administración del Presidente Harry Truman. David Morse ocupó el cargo hasta 1970. Durante este prolongado período de 22 años, el número de Estados Miembros se duplicó, la Organización

adquirió su carácter universal, los países industrializados quedaron en minoría frente a los países en desarrollo, el presupuesto se quintuplicó y el número de funcionarios se multiplicó por cuatro.

En 1960, la OIT creó en su sede de Ginebra el Instituto Internacional de Estudios Laborales y, más tarde, en 1965, el Centro Internacional de Perfeccionamiento Profesional y Técnico, con sede en Turín. Por último, en 1969, la OIT recibió el Premio Nobel de la Paz, al conmemorar sus 50 años de aniversario.

El británico Wilfred Jenks, Director General desde 1970 hasta su fallecimiento en 1973, hubo de hacer frente a una politización de los problemas laborales debida al enfrentamiento Este-Oeste. En esta labor le resultó de gran utilidad su profundo conocimiento de la Organización. De hecho, había sido coautor, junto con Edward Phelan, de la Declaración de Filadelfia. Jurista de renombre, se constituyó en firme defensor de los derechos humanos, del imperio de la ley, del tripartismo y de la autoridad moral de la OIT en relación con los problemas internacionales. Realizó una contribución muy importante al desarrollo de las normas internacionales del trabajo y del mecanismo de supervisión de la aplicación de éstas y, de manera muy especial, a la promoción de la libertad sindical y del derecho de sindicación.

Le sucedió en el cargo Francis Blanchard, que había sido alto funcionario del Gobierno de Francia y había dedicado la mayor parte de su carrera profesional a la OIT, participando activamente en el desarrollo de la cooperación técnica a gran escala. Diplomático y hombre de principios, desempeñó el cargo durante 15 años, de 1974 a 1989.

Cuando se produjo la crisis causada por la retirada de los Estados Unidos de la Organización (entre 1977 y 1980), que dio lugar a una reducción del 25 por ciento del presupuesto de la Organización, logró

evitar que los daños fueran importantes. Los Estados Unidos se reincorporaron en la Organización al iniciarse la administración del Presidente Reagan. Durante este período, la OIT continuó resueltamente con su labor en defensa de los derechos humanos. De este modo, la OIT desempeñó un papel principal en la lucha por librar a Polonia de la dictadura, al apoyar con todas sus fuerzas la legalización del Sindicato Solidaridad según lo dispuesto en el Convenio sobre la libertad sindical y la protección del derecho de sindicación, 1948 (núm. 87), ratificado por Polonia en 1957.

En 1989, Michel Hansenne, antiguo Ministro del Trabajo y de la Función Pública de Bélgica, se convirtió en el primer Director General después del final del período de la Guerra Fría. Reelegido en 1993, ha señalado que su objetivo primordial es el de lograr que la OIT entre en el siglo XXI con toda la autoridad moral, competencia profesional y eficacia administrativa que la Organización había sido capaz de demostrar a lo largo de 75 años. Frente a los nuevos problemas que se plantean, tiene intención de dotar a la OIT de los medios necesarios para garantizar su plena participación en las principales reuniones internacionales en materia de desarrollo económico y social, con el fin de situar la justicia social en el centro de los debates.

A través de la política de asociación activa, ha puesto en marcha en la OIT un proceso de mayor descentralización de las actividades y de los recursos que hasta ahora se localizaban en Ginebra.

El 4 de marzo de 1999, Juan Somavia, abogado de profesión asumió las funciones de Director General. El Sr. Somavia, el noveno Director General de la OIT, ha desarrollado una extensa y distinguida carrera en el servicio público y las relaciones internacionales, habiendo asumido, entre otras, las funciones de presidente del Consejo Preparatorio de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Social (celebrada en Copenhague en 1995) y

Presidente del Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (de 1993 a 1994). También ha desempeñado las funciones de Embajador de Chile y Consejero sobre cuestiones económicas y sociales del Ministerio de Asuntos Exteriores de Chile.

### **3.10.2. La OIT (definición).**

Es un organismo especializado de las Naciones Unidas que procura fomentar la justicia social y los derechos humanos y laborales internacionalmente reconocidos. La OIT fue creada con el propósito primordial de adoptar normas internacionales que abordaran el problema de las condiciones de trabajo que entrañaban «injusticia, miseria y privaciones».

La estructura de la OIT está conformada por tres órganos: la Conferencia Internacional del Trabajo, el Consejo de Administración y la Oficina Internacional del Trabajo.

La OIT formula normas internacionales del trabajo, que revisten la forma de convenios y de recomendaciones, por las que se fijan unas condiciones mínimas en materia de derechos laborales fundamentales: libertad sindical, derecho de sindicación, derecho de negociación colectiva, abolición del trabajo forzoso, igualdad de oportunidades y de trato, así como otras normas por las que se regulan condiciones que abarcan todo el espectro de cuestiones relacionadas con el trabajo.

Presta asistencia técnica, principalmente en los siguientes campos: formación y rehabilitación profesionales; política de empleo; administración del trabajo; legislación del trabajo y relaciones laborales; condiciones de trabajo; desarrollo gerencial cooperativas; seguridad social; estadísticas laborales, seguridad y salud en el trabajo. Fomenta el

desarrollo de organizaciones independientes de empleadores y de trabajadores, y les facilita formación y asesoramiento técnico. Dentro del sistema de las Naciones Unidas, la OIT es la única organización que cuenta con una estructura tripartita, en la que los trabajadores y los empleadores participan en pie de igualdad con los gobiernos en las labores de sus órganos de administración.

### **3.10.3. Preguntas que sugiere la Organización internacional del Trabajo (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:

- Operaciones.
- Modelo.
- Condiciones exigidas por la inspección.
- Manipulación de materiales.
- Análisis del proceso.
- Materiales.
- Organización del trabajo.
- Herramientas y equipo.
- Condiciones del trabajo.
- Enriquecimiento de la tarea de cada puesto.

## A. Operaciones.

- 1) ¿Qué propósito tiene la operación?
- 2) ¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella? En caso afirmativo, ¿a qué se debe que sea necesario?
- 3) ¿Es necesaria la operación porque la anterior no se ejecutó debidamente?
- 4) ¿Se previó originalmente para rectificar algo que ya se rectificó de otra manera?
- 5) Si se efectúa para mejorar el aspecto exterior del producto, ¿el costo suplementario que representa mejora las posibilidades de venta?
- 6) ¿El propósito de la operación puede lograrse de otra manera?
- 7) ¿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?
- 8) ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?
- 9) ¿Se implantó para reducir el costo de una operación anterior?; ¿o de una operación posterior?
- 10) Si se añadiera una operación, ¿se facilitaría la ejecución de otras?
- 11) ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?
- 12) ¿No cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?
- 13) ¿Podría combinarse la operación con una operación anterior o posterior?
- 14) ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?
- 15) ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones?

- 16) ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
- 17) ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible?; ¿o mejoraría si se le modificara el orden?
- 18) ¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?
- 19) Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
- 20) Si se puede utilizar otro método para producir la pieza, ¿se justificaría el trabajo y el despliegue de actividad que acarrearía el cambio?
- 21) ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?

## **B. Diseño de piezas y productos.**

- 1) ¿Puede modificarse el modelo para simplificar o eliminar la operación?
- 2) ¿Se podría reducir el número de piezas?
- 3) ¿Podrían utilizarse ciertas piezas de serie?
- 4) ¿Se podría reemplazar una pieza de serie por otro material más barato o de mejor resultado?
- 5) ¿Se utilizó el análisis de Pareto para identificar las piezas o productos de más valor?

## **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 llenar esta operación?
- 3) ¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?

- 4) ¿Son realmente apropiadas las normas de tolerancias y demás?
- 5) ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?
- 6) ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?
- 7) ¿existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la 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 disminuiría 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 de 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 se compra ya acondicionado para el uso?
- 5) ¿Podría el abastecedor introducir reformas en la elaboración del material para mejorar su uso y disminuir los desperdicios?
- 6) ¿El material es entregado suficientemente limpio?
- 7) ¿Se compra en cantidades y dimensiones que lo hagan cundir al máximo y reduzcan la merma y los retazos y cabos inaprovechables?
- 8) ¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?; ¿y al elaborarlo?

- 9) ¿Son adecuados los demás materiales utilizados en la elaboración: aceites, agua, ácidos, pintura, aire comprimido, electricidad? ¿Se controla su uso y se trata de economizarlos?
- 10) ¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra?
- 11) ¿No se podría modificar el método para eliminar el exceso de mermas y desperdicios?
- 12) ¿Se reduciría el número de materiales utilizados si se estandarizará la producción?
- 13) ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes de material o retazos inaprovechables?
- 14) ¿Se podrían utilizar materiales nuevos: plástico, fibra prensada, etc.?
- 15) ¿Se podrían clasificar los sobrantes o retazos para venderlos a un mejor precio?
- 16) ¿El proveedor de material lo somete a operaciones que no son necesarias para el proceso estudiado?
- 17) ¿La calidad de materiales es uniforme?
- 18) ¿Se podrían evitar algunas de las dificultades que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?
- 19) ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?
- 20) ¿Se altera el material con el almacenamiento?
- 21) ¿Se podrían reducir los costos y demoras de inspección efectuando la inspección por muestreo y clasificando a los proveedores según su fiabilidad?
- 22) ¿Se podría hacer la pieza de manera más económica con retazos de material de otra calidad?

## E. Disposición del lugar de trabajo.

- 1) ¿Facilita la disposición de la fábrica la eficaz manipulación de los materiales?
- 2) ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?
- 3) ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?
- 4) ¿Permite la disposición de la fábrica realizar cómodamente el montaje?
- 5) ¿Facilita la disposición de la fábrica las relaciones sociales entre los trabajadores?
- 6) ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?
- 7) ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?
- 8) ¿Se han previsto instalaciones y soportes apropiados en el puesto de trabajo para facilitar el montaje?
- 9) ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?
- 10) ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?
- 11) ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?
- 12) ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?
- 13) ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?
- 14) ¿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) En caso contrario, ¿podrían encargarse de la manipulación los operarios de máquinas para que el cambio de ocupación les sirva de distracción?
- 3) ¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctricas o elevadoras de horquilla?
- 4) ¿Deberían idearse plataformas, bandejas, contenedores o paletas especiales para manipular el material con facilidad y sin daños?
- 5) ¿En qué lugar de la zona de trabajo deberían colocarse los materiales que llegan o que salen?
- 6) ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?
- 7) ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?
- 8) ¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?
- 9) ¿Podría colocarse un recipiente en el puesto de trabajo sin quitar el material?
- 10) Si se utiliza una grúa de puente. ¿Funciona con rapidez y precisión?
- 11) ¿Se podría aprovechar la fuerza de gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?
- 12) ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares adecuados?
- 13) ¿Se evitaría con una placa giratoria la necesidad de desplazarse?

- 14) ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
- 15) ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
- 16) ¿Se podría evitar la necesidad de pesar las piezas si se utiliza recipientes estandarizados?
- 17) ¿Los recipientes son uniformes para poderlos apilar y evitar que ocupen demasiado espacio en el suelo?
- 18) ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?
- 19) ¿Se ahorrarían demoras si hubiera señales (luces, timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?
- 20) ¿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) ¿Hay control de la hora? En caso afirmativo, ¿Cómo se verifican la hora de comienzo y de fin de la tarea?
- 7) ¿Hay muchas posibilidades de retrasarse en la oficina de planos, en el almacén de herramientas o en el de materiales?
- 8) ¿Los materiales están bien situados?
- 9) Si la operación se efectúa constantemente, ¿Cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?

- 10) ¿Qué clase de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas? ¿Este trabajo podría informatizarse?
- 11) ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?
- 12) ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?
- 13) ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?
- 14) ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajaran y se les dan suficiente explicaciones?
- 15) Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño ¿se averiguan las razones?
- 16) ¿Se estimulan a los trabajadores a presentar ideas?
- 17) ¿Los trabajadores entienden deberás el sistema de salario por rendimiento según el cual trabajan?

#### **H. Condiciones de trabajo.**

- 1) ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?
- 2) ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?
- 3) ¿se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario. ¿o se podría utilizar ventiladores o estufas?
- 4) ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?
- 5) ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?
- 6) ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistemas d evacuación?
- 7) Si los pisos son de hormigón, ¿se podrían poner enrejados de madera o esteras para que fuera más agradable estar de pie en ellos?

- 8) ¿Se puede proporcionar una silla?
- 9) ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos de trabajo?
- 10) ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?
- 11) ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?
- 12) ¿Se enseñó al trabajador a evitar los accidentes?
- 13) ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?
- 14) ¿Da la fábrica en todo momento impresión de orden y pulcritud?
- 15) ¿Con cuanta minucia se limpia el lugar de trabajo?
- 16) ¿Hace en la fábrica demasiado frío en invierno o falta el aire en verano, sobre todo al principio de la primera jornada de la semana?
- 17) ¿Están los procesos peligrosos adecuadamente protegidos?

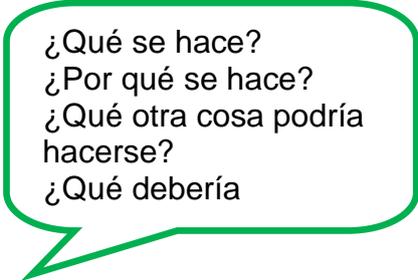
#### **I. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto.**

- 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 de ciclo?
- 5) ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
- 6) ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
- 7) ¿Puede el operario desbarbar su propio trabajo?
- 8) ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento de sus propias herramientas?
- 9) ¿Se puede dar al operario un conjunto de tareas y dejarle que programe el trabajo a su manera?
- 10) ¿Puede el operario hacer la pieza completa?

- 11) ¿Es posible y deseable la rotación entre puestos de trabajos?
- 12) ¿Se puede aplicar la distribución de trabajo organizado por grupos?
- 13) ¿Es posible y deseable el horario flexible?
- 14) ¿Se pueden prever existencias reguladoras para permitir variaciones en el ritmo de trabajo?
- 15) ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

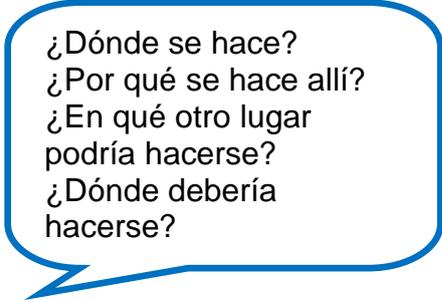
#### 3.10.4. Técnica del interrogatorio.

Es el medio para efectuar el Examen Crítico, sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.



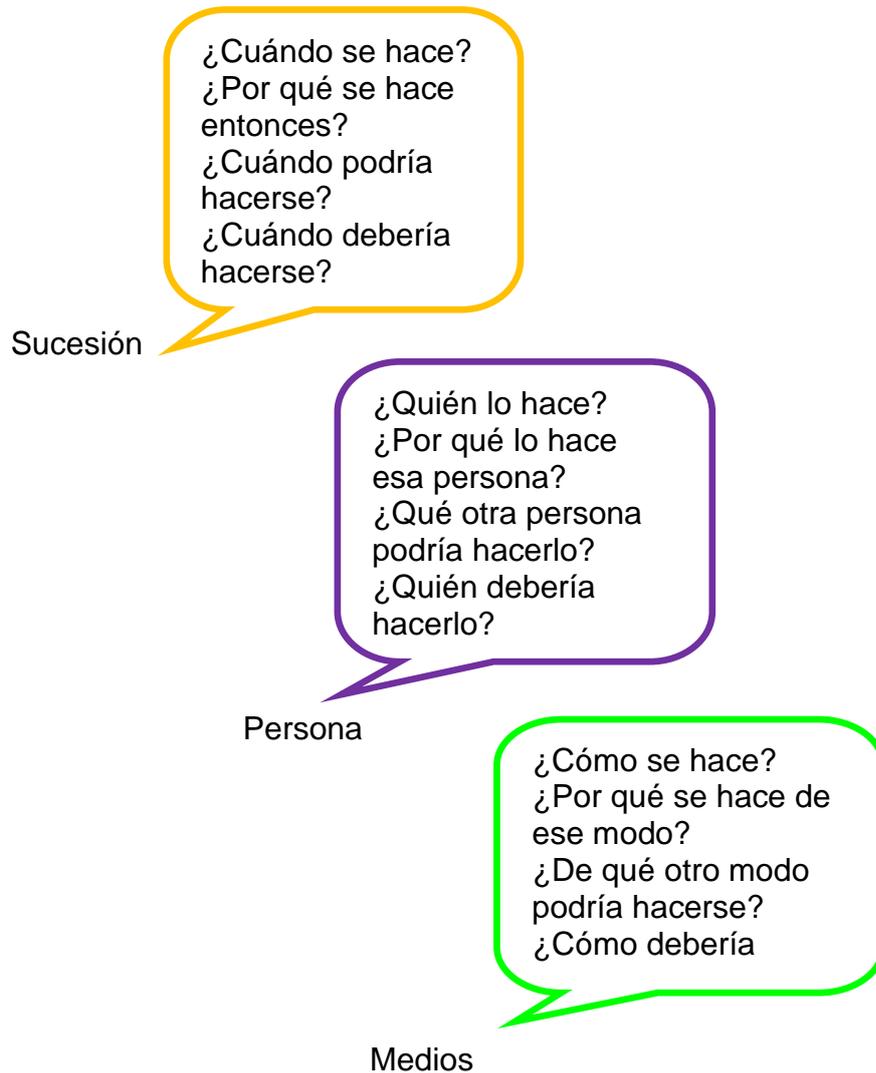
¿Qué se hace?  
¿Por qué se hace?  
¿Qué otra cosa podría hacerse?  
¿Qué debería

Propósito



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

Lugar



### 3.10.5. Enfoques primarios.

- Propósito de la operación.
- Diseño de parte y/o pieza.
- Tolerancias y/o especificaciones.
- Proceso de manufactura.
- Material.
- Manejo de materiales.
- Preparación y herramental.
- Condiciones de trabajo.

- Distribución de la planta y equipos.

**3.10.5.1. Propósito de la operación:** Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.

**3.10.5.2. Diseño de parte y/o pieza:** El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto satisfará las necesidades del cliente. Éste es un factor de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual para ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.

**3.10.5.3. Tolerancias y/o especificaciones:** Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble.

**3.10.5.4. Material:** Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante; Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más

satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor.

**3.10.5.5. Proceso de manufactura:** Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes.

**3.10.5.6. Preparación y herramental:** La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios especiales debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades.

**3.10.5.7. Condiciones de trabajo:** Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario. Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo.

**3.10.5.8. Manejo de materiales:** La producción de cualquier producto requiere que sus partes sean movidas. Aunque la carga sea

grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe analizarse para ver si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Una buena regla para recordar es que, la pieza menos manejada reduce el costo de producción.

**3.10.5.9. Distribución de maquinaria y equipo:** Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.

### **3.11. Estudio de tiempos.**

#### **3.11.1. Antecedentes.**

A pesar de que a Frederick W. Taylor se le considera el padre del estudio de tiempos, esta práctica ya se venía dando desde 1760, por un francés apellidado Perronet quién realizó estudios sobre la fabricación de alfileres del n° 6. Setenta años más tarde, Charles Babbage hizo estudios de tiempos relacionados con alfileres comunes del no. 11, y cuyos resultados sorprendieron ya que determinó que una libra de alfileres (5,546 unidades) debían fabricarse en 7.6892 horas.

En 1881, Taylor comenzó su trabajo de estudio de tiempos y doce años después desarrolló un sistema basado en "tareas" en donde proponía que la administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieran su tarea a detalle para evitar confusiones.



precisión los tiempos tomados, evaluar con honestidad el desempeño de los trabajadores y abstenerse a criticarlo.

Para lograr mantener buenas relaciones humanas, el analista de estudio de tiempos siempre deberá ser honrado, bien intencionado, paciente y entusiasta, y siempre debe usar un buen juicio.

### **3.11.3.2. Responsabilidad del supervisor.**

El supervisor debe notificar con antelación al operario que se estudiara su trabajo asignado. Esto abre el camino tanto para el operario como para el analista.

El operario tiene seguridad de que el supervisor sabe que se va a establecer una tasa sobre la tarea; con esto puede señalar algunas dificultades específicas que se deban corregirse antes de establecer un estándar. El supervisor debe verificar que se utiliza el método adecuado establecido por el departamento de métodos y que el operario seleccionado es competente y tiene la experiencia adecuada en el trabajo.

### **3.11.3.3. Responsabilidad del operario.**

Todo empleado debe tener el interés suficiente en el bienestar de la compañía y apoyar las prácticas y procedimientos que implante la administración.

Los operarios deben probar con integridad los nuevos métodos y cooperar para eliminar las fallas características de muchas innovaciones. Hacer sugerencias para mejorar todavía más los métodos, debe aceptarse como parte de la responsabilidad de todo empleado. El operario está más cerca que nadie del trabajo y puede hacer

contribuciones reales a la compañía si ayuda a establecer los métodos ideales.

#### **3.11.4. Alcance.**

Se deben compaginar las mejores técnicas y habilidades disponibles a fin de lograr una eficiente relación hombre-máquina. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean retribuidos adecuadamente según su rendimiento. Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente.

#### **3.11.5. Elementos y preparación para el estudio de tiempos.**

Es necesario que, para llevar a cabo un estudio de tiempos, el analista tenga la experiencia y conocimientos necesarios y que comprenda en su totalidad una serie de elementos que a continuación se describen para llevar a buen término dicho estudio.

- Selección de la operación. Que operación se va a medir. Su tiempo, en primer orden es una decisión que depende del objetivo

general que perseguimos con el estudio de la medición. Se pueden emplear criterios para hacer la elección:

- El orden de las operaciones según se presentan en el proceso.
- La posibilidad de ahorro que se espera en la operación. Relacionado con el costo anual de la operación que se calcula mediante la siguiente ecuación:

Costo anual d operación = (actividad anual)(tiempo de operación)(salario horario)

Según necesidades específicas.

- Selección del operador. Al elegir al trabajador se deben considerar los siguientes puntos:

Habilidad, deseo de cooperación, temperamento, experiencia.

- Actitud frente al trabajador.
- El estudio debe hacerse a la vista y conocimiento de todos.
- El analista debe observar todas las políticas de la empresa y cuidar de no criticarlas con el trabajador.
- No debe discutirse con el trabajador ni criticar su trabajo sino pedir su colaboración.
- Es recomendable comunicar al sindicato la realización de estudios de tiempos.

- El operario espera ser tratado como un ser humano y en general responderá favorablemente si se le trata abierta y francamente.
- Análisis de comprobación del método de trabajo. Nunca debe cronometrar una operación que no haya sido normalizada.

La normalización de los métodos de trabajo es el procedimiento por medio del cual se fija en forma escrita una *norma de método de trabajo* para cada una de las operaciones que se realizan en la fábrica.

En estas normas se especifican el lugar de trabajo y sus características, las máquinas y herramientas, los materiales, el equipo de seguridad que se requiere para ejecutar dicha operación como lentes, mascarilla, extinguidores, delantales, botas, etc. Los requisitos de calidad para dicha operación como la tolerancia y los acabados y por último, un análisis de los movimientos de mano derecha y mano izquierda.

Un trabajo estandarizado o con normalización significa que una pieza de material será siempre entregada al operario de la misma condición y que él será capaz de ejecutar su operación haciendo una cantidad definida de trabajo, con los movimientos básicos, mientras siga usando el mismo tipo y bajo las mismas condiciones de trabajo.

La ventaja de la estandarización del método de trabajo resulta en un aumento en la habilidad de ejecución del operario, lo que mejora la calidad y disminuye la supervisión personal por parte de los supervisores; el número de inspecciones necesarias será menor, lográndose una reducción en los costos.

### 3.11.6. Herramientas utilizadas para el estudio.

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental como lo son: un cronómetro o tabla de tiempos, una hoja de observaciones, formularios de estudio de tiempos y una tabla electrónica de tiempos.

#### 3.11.6.1. 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:

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

- El cronómetro decimal de hora: tiene la carátula mayor dividida en 100 partes, pero cada división representa un diezmilésimo (0.0001) de hora. Una vuelta completa de la manecilla mayor de este cronómetro marcará, por lo tanto, un centésimo (0.01) de hora, o sea 0.6 min. La manecilla pequeña registra cada vuelta de la mayor, y una revolución completa de la aguja menor marcará 18 min. o sea 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.

### 3.11.6.2. Tabla de tiempos.

Respecto a la tabla de tiempos, consiste en una tabla de tamaño conveniente donde se coloca la hoja de observaciones para que pueda sostenerla con comodidad el analista, y en la que se asegura en la parte superior un reloj para tomar tiempos. La hoja de observaciones contiene una serie de datos como el nombre del producto, nombre de la pieza, número de parte, fecha, operario, operación, nombre de la máquina, cantidad de observaciones, división de la operación en elementos, calificación, tiempo promedio, tiempo normal, tiempo estándar, meta por hora, la meta por día y el nombre del observador. La tabla electrónica de tiempos es una hoja hecha en Excel donde se inserta el tiempo observado y automáticamente ella calculará tiempo estándar, producción por hora, producción por turno y cantidad de operarios necesarios.

### 3.11.7. Estudio de tiempos con cronometro.

#### 3.11.7.1. Definición.

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

Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

- Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación.
- Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Pasos para su realización:

#### ➔ Preparación:

- Se selecciona la operación
- Se selecciona al trabajador
- Se realiza un análisis de comprobación del método de trabajo.
- Se establece una actitud frente al trabajador.

→ Ejecución

- Se obtiene y registra la información.
- Se descompone la tarea en elementos.
- Se cronometra.
- Se calcula el tiempo observado.

→ Valoración

- Se valora el ritmo normal del trabajador promedio.
- Se aplican las técnicas de valoración.
- Se calcula el tiempo base o el tiempo valorado.

→ Suplementos

- Análisis de demoras.
- Estudio de fatiga.
- Cálculo de suplementos y sus tolerancias.

→ Tiempo estándar

- Error de tiempo estándar.
- Cálculo de frecuencia de los elementos.
- Determinación de tiempos de interferencia.
- Cálculo de tiempo estándar.

### 3.11.7.2. Método de regreso a cero.

El método de regreso a cero tiene ventajas como también desventajas comparado con la técnica de tiempo continuo. Algunos analistas de

estudio de tiempo usan ambos métodos, con la idea de que los estudios en los que predominan los elementos prolongados se adaptan mejor a las lecturas con regresos a cero, y es mejor usar el método continuo en los estudios de ciclos cortos.

Como los valores del elemento que ocurrió tienen una lectura directa con el método de regresos a cero, no es necesario realizar las restas sucesivas, como en el método continuo. Entonces la lectura se inserta directamente en la columna de TO (tiempo observado). También se pueden registrar de inmediato los elementos que el operario ejecuta en desorden sin una notación especial. Entre las desventajas del método de regreso a cero está la que promueve que los elementos individuales se eliminen de la operación. Estos elementos no se pueden estudiar en forma independiente porque los tiempos elementales dependen de los elementos anteriores y posteriores.

### **3.11.7.3. Método continuo.**

El método continuo para registrar valores elementales es superior al de regreso a cero. Lo más significativo es que el estudio que se obtiene presenta un registro completo de todo el periodo de observación; esto complace al operario y al representante sindical. El operario puede ver que se dejaron tiempos fuera en el estudio y que se incluyeron todos los retrasos y elementos extraños. Como todos los hechos se presentan con claridad, es más sencillo explicar y vender esta técnica de registro de tiempos. También se adapta mejor a la medición y registro de elementos muy cortos.

Con la práctica, un buen analista de estudio de tiempos puede detectar con precisión tres elementos cortos. Se requiere más trabajo de escritorio para calcular el estudio si se usa el método continuo. Como se lee el cronómetro en los puntos terminales de cada elemento mientras las

manecillas del reloj continúan su movimiento, es necesario hacer restas sucesivas de las lecturas consecutivas para determinar el tiempo transcurrido en cada elemento.

### 3.11.8. Ciclos del estudio.

Como la actividad de una tarea y su tiempo de ciclo influyen en el número de ciclos que se pueden estudiar, desde el punto de vista económico, el analista no puede estar gobernado de manera absoluta por la práctica estadística que demanda cierto tamaño de muestra basado en la dispersión de las lecturas individuales del elemento. La General Electric Company estableció una tabla con los valores aproximados al número de ciclos a observarse puede establecer un número más exacto con métodos estadísticos.

Como el estudio de tiempos es un procedimiento de muestreo, el promedio de muestras ( $\bar{X}$ ) obtenidas de observaciones con distribución normal también tienen distribución normal alrededor de la media de la población  $m$ . la varianza alrededor de la media de población  $\mu$  es igual a  $\frac{\sigma^2}{n}$  donde  $n$  es igual al tamaño de la muestra y es la varianza de la población.

Los estudios de tiempo involucran solo muestras pequeñas ( $n < 30$ ) de una población; por lo tanto, debe utilizarse una distribución “ $t$ ”. Por lo tanto, la fórmula del intervalo de confianza es:

$$\bar{X} \pm t$$

#### 3.11.8.1. Método de rango de aceptación.

Se especifica el intervalo de confianza ( $I$ ) en función de la precisión del estimador ( $K$ ) y la media de la muestra ( $\bar{X}$ ), este intervalo indica el valor de muestreo, es decir, cuando puede ser la desviación del valor estimado.

En este caso, se fija la precisión  $K=10\%$  y un coeficiente  $C = 90\%$ , exigiéndose entonces que el 90% de los valores registrados se encuentren dentro del intervalo de confianza. Por tanto, las lecturas que no se encuentren dentro de este rango no se consideran representativas, por lo que no se toman para el estudio. Es necesario establecer ciertos valores.

Operación	M	LM	Lm	$\Delta$	Rango	M	TC, M-1	IM	I	X

$$\Delta = 0.5 * | X - LM | + | X - Lm |$$



**RANGO**

**DE ACEPTACIÓN**

}

$X + \Delta$

$X - \Delta$

Dónde:

**M** = Número de observaciones realizadas.

**LM** = Lectura mayor.

**Lm** = Lectura menor = Variación.

**IM** = Intervalo de la muestra.

**I** = Intervalo predefinido.

**X** = TPS.

### 3.11.8.2. Método general electric.

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

**Métodos**

1. Sistema Westinghouse.
2. Sistema Westinghouse Modificado.
3. Calificación sistemática.
4. Calificación por velocidad.
5. Calificación objetiva.

**3.11.9. Método de calificación. Sistema Westinghouse.**

Durante el estudio, los analistas de tiempos observan con cuidado el desempeño del operario. El desempeño que se lleva a cabo pocas veces es igual a la definición exacta de normal o estándar. Así, deben hacerse algunos ajustes al tiempo medio observado requerido por un operario normal para hacer la tarea cuando trabaja a un paso promedio. Solo así se puede establecer un estándar confiable para los operarios. La

calificación del desempeño es tal vez el paso más importante en todo el procedimiento de medición de trabajo.

Este sistema fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation, este método considera cuatro factores para evaluar el desempeño del operario: habilidad, esfuerzo, 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 o 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). En tabla se muestra las características de los diversos grados de habilidad juntamente con sus valores numéricos equivalentes. La calificación de la

habilidad se traduce luego a su valor en porcentaje equivalente, que es de más 15%, para la habilidad superior y hasta -22% para la habilidad pésima.

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

Las Condiciones a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. En más de la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. Por tanto, si la temperatura en una estación de trabajo dada fuera de 17 °C mientras que generalmente se mantiene en 20 °C a 23 °C, las condiciones se considerarían debajo de lo normal.

Las condiciones que afectan la operación, como herramientas o materiales en malas condiciones, no se tomarán en cuenta cuando se aplique a las condiciones de trabajo el factor de actuación. Se han

enumerado 6 clases generales de condiciones con valores desde más 6% hasta menos 7%. Estas condiciones “de estado general” se denominan ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

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

No puede darse una regla general en lo referente a la aplicabilidad de la tabla de consistencias. Algunas operaciones de corta duración y que tienden a estar libres de manipulaciones y colocaciones en posición de gran cuidado, darán resultados relativamente consistentes de un ciclo a otro. Por eso, operaciones de esta naturaleza tendría requisitos más exigentes de consistencia promedio, que trabajos de gran duración que exigen gran habilidad para los elementos de colocación, unión y alineación. La determinación del intervalo de variación justificado para una operación particular debe basarse, en gran parte, en el conocimiento que al analista tenga acerca del trabajo.



- Tolerancias aplicables solo al tiempo de esfuerzo.

→ 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.

→ Cálculo de los suplementos

En la siguiente figura se presenta el modelo básico para el cálculo de los suplementos. Podrá verse que 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 periodos de descanso.

Atenúan las fluctuaciones de rendimiento del trabajador a lo largo del día contribuyen a estabilizarlo más cerca del nivel óptimo. Rompen la monotonía de la jornada. Ofrecen a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales. 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 a 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.

### **3.11.11. Tiempo estándar.**

#### **3.11.11.1. Definición.**

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

El tiempo normal es "el tiempo que requiere un operario calificado para realizar una tarea, a un ritmo normal, para completar un elemento, ciclo u operación usando un método prescrito". La tolerancia es "el valor o porcentaje de tiempo mediante el cual se aumenta el tiempo normal, para la cantidad de tiempo improductivo aplicada, para compensar las causas justificables o los requerimientos de normas generales que necesita un tiempo de desempeño que no se mide en forma directa para cada elemento o tarea".

Teóricamente, para la determinación de un tiempo estándar las condiciones de producción deben estar estables, de tal forma que no existan problemas de diseño, reprocesos, retrasos de máquinas, debe haber equilibrio entre fuerza laboral, materiales y capacidad de producción. Sin embargo, en la práctica, estas condiciones no siempre existen, por lo tanto deben considerarse otros factores denominados tolerancias (tiempo improductivo).

Para establecer el tiempo estándar se usan los datos estándar, que consisten en la organización de los elementos de trabajo en bloques constructivos útiles y bien definidos, cuyo número depende de la exactitud deseada, de la naturaleza del trabajo y de la flexibilidad necesaria. Esta información generalmente se usa como base para elaborar los estándares de tiempo en un trabajo que es semejante a aquel de donde se hizo el estudio, sin la necesidad de determinar nuevamente los tiempos.

$$T.E = \underbrace{TPS * C_v}_{\text{Tiempo Normal}} + \sum (\text{TOLERANCIAS})$$

Tiempo Normal

TPS = Tiempo Promedio Seleccionado.;  $C_v$  = Calificación de la velocidad.

### 3.11.11.2. Aplicaciones del tiempo estándar.

- Para determinar el salario devengado por esa tarea específica. Sólo es necesario convertir el tiempo en valor monetario.
- Ayuda a la planeación de la producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándares después de haber aplicado la medición del trabajo de los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en las conjeturas o adivinanzas.
- Facilita la supervisión. Para un supervisor cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos; los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos los elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.
- Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos. Además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad.
- Ayuda a establecer las cargas de trabajo. Facilita la coordinación entre los obreros y las máquinas, y proporciona a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en caso de expansión.
- Ayuda a formular un sistema de costo estándar. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota fijada por hora, nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.

- Proporciona costos estimados. Los tiempos estándar de mano de obra, presupuestarán el costo de los artículos que se planea producir y cuyas operaciones serán semejantes a las actuales.
- Proporciona bases sólidas para establecer sistemas de incentivos y su control. Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y permite establecer políticas firmes de incentivos a obreros que ayudarán a incrementar sus salarios y mejorar su nivel de vida; la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo costos unitarios.
- Ayuda a entrenar a nuevos trabajadores. Los tiempos estándar serán parámetro que mostrará a los supervisores la forma como los nuevos trabajadores aumentan su habilidad en los métodos de trabajo.

### **3.12. Muestreo del trabajo.**

El muestreo del trabajo es una técnica que se utiliza para investigar las proporciones del tiempo total dedicada a las diversas actividades que componen una tarea, actividades o trabajo. Los resultados del muestreo sirven para determinar tolerancias o márgenes aplicables al trabajo, para evaluar la utilización de las máquinas y para establecer estándares de producción.

#### **3.12.1. Ventajas del método de muestreo.**

- No requiere observación continua por parte de un analista durante un período de tiempo largo.

- El tiempo de trabajo de oficina disminuye.
- El total de horas-trabajo a desarrollar por el analista es generalmente mucho menor.
- El operario no está expuesto a largos períodos de observaciones cronométricas.

Las operaciones de grupos de operarios pueden ser estudiadas fácilmente por un solo analista.

### 3.12.2. Teoría de muestreo del trabajo.

La probabilidad de x ocurrencias de un evento en n observaciones:

$$(p + q)^n = 1$$

p = probabilidad de una ocurrencia

q = 1-p = probabilidad de que no haya ocurrencia

n = número de observaciones

### 3.12.3. Planeación del estudio de trabajo.

Una vez que el analista haya explicado el método y obtenido la aprobación del supervisor respectivo, estará en condiciones de realizar el

planteamiento detallado, que es esencial antes de iniciar las observaciones reales.

El primer paso es efectuar una estimación preliminar de las actividades acerca de las que buscan información. Esta estimación puede abarcar una o más actividades. Con frecuencia la estimación se puede realizar razonable, deberá muestrear el área o las áreas de interés durante un período corto y utilizar la información obtenida como base de sus estimaciones.

Una vez hechas las estimaciones se debe determinar la exactitud que sea de los resultados. Esto se puede expresar mejor como una tolerancia dentro de un nivel de confianza establecido. El analista llevará a cabo ahora una estimación del número de observaciones a realizar. Es posible determinar la frecuencia de las observaciones.

El siguiente paso será diseñar la forma para muestreo de trabajo en la que se tabularán los datos y los diagramas de control que se utilizarán junto con el estudio.

#### **3.12.4. Determinación de la frecuencia de las observaciones.**

Esta frecuencia depende en su mayor grado de los números de observaciones requeridas y de los límites de tiempo aplicados al desarrollo de los datos.

El número de analistas disponible y la naturaleza del trabajo a estudiar influirán también en la frecuencia de las observaciones. Un método que se puede emplear consiste en tomar nueve números diariamente de una tabla estadística de números aleatorios, que varíen, asígnese a cada número una cantidad de minutos equivalente a 10 veces al valor del número. Los números seleccionados pueden fijar entonces el tiempo

desde el inicio del día de trabajo hasta el momento de efectuar las observaciones.

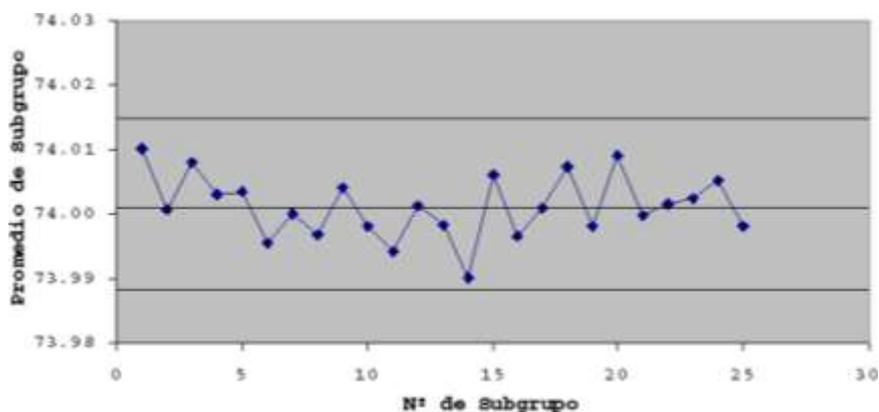
El software también permite el ingreso como entrada de condiciones especiales; Otro medio para ayudar a los analistas decidir cuándo hacer observaciones diarias es un recordatorio aleatorio. Este instrumento de bolsillo avisa por medio de un sonido que es el momento de realizar la siguiente observación.

### 3.12.5. Diseño de la forma tabular para muestreo de trabajo.

El analista necesitará idear una forma de registro de observaciones para anotar de la mejor manera posible los datos que serán recopilados en la realización del estudio de muestreo de trabajo.

### 3.12.6. Gráficos de control.

Es una comparación gráfica entre los datos del proceso y los límites de control. Generalmente son subgrupos de medidas seleccionadas en una secuencia regular de la producción. Este gráfico permite detectar causas asignables de variación en un proceso.



### 3.12.7. Empleo de los diagramas de control.

Tales estudios tratan exclusivamente con porcentajes o proporciones, el diagrama se emplea con mucha frecuencia.

El primer problema encontrado en la elaboración de un diagrama de control es la elección de los límites, se buscan un equilibrio entre el costo de localizar una causa asignable cuando no exista ninguna.

El mejoramiento debe ser un proceso continuo y el porcentaje de tiempo muerto tiene que disminuir. Uno de los objetos del muestreo de trabajo es determinar áreas de actividad que podrían ser mejoradas. Los diagramas de control se pueden emplear para mostrar el mejoramiento progresivo de áreas de trabajo. Esta idea especialmente importante si los estudios de muestreo de trabajo se utilizan para establecer tiempos estándares, pues tales estándares deben cambiarse siempre que las condiciones varíen a fin de que sean realistas.

### **3.12.8. Diagrama de Pareto.**

El diagrama de Pareto, también llamado curva 80-20 o Distribución A-B-C, es una gráfica para organizar datos de forma que estos queden en orden descendente, de izquierda a derecha y separados por barras. Permite, pues, asignar un orden de prioridades.

El nombre de Pareto fue dado por el Dr. Juran en honor del economista italiano VILFREDO PARETO (1848-1923) quien realizó un estudio sobre la distribución de la riqueza, en el cual descubrió que la minoría de la población poseía la mayor parte de la riqueza y la mayoría de la población poseía la menor parte de la riqueza.

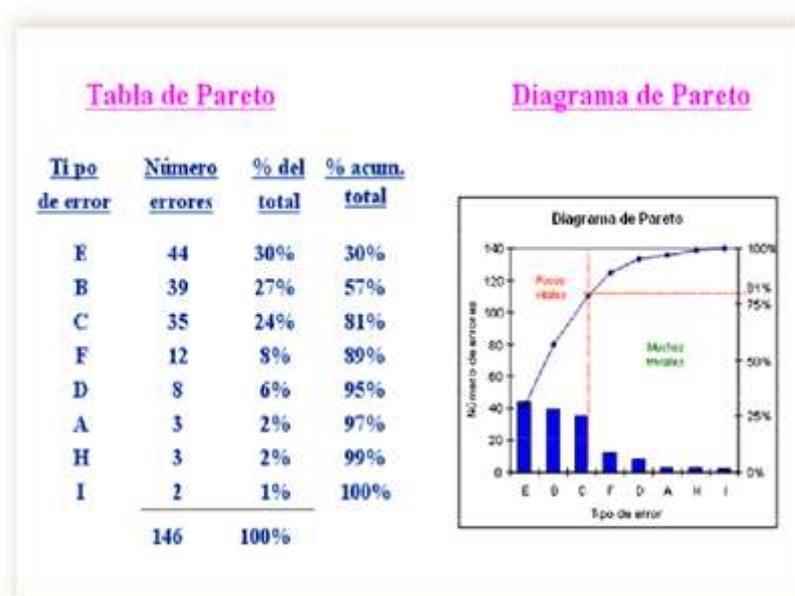
El Dr. Juran aplicó este concepto a la calidad, obteniéndose lo que hoy se conoce como la regla 80/20. Según este concepto, si se tiene un

problema con muchas causas, podemos decir que el 20% de las causas Resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema.

El diagrama permite mostrar gráficamente el principio de Pareto(pocos vitales, muchos triviales), es decir, que hay muchos problemas sin importancia frente a unos pocos graves. Mediante la gráfica colocamos los "pocos vitales" a la izquierda y los "muchos triviales" a la derecha.

El diagrama facilita el estudio comparativo de numerosos procesos dentro de las industrias o empresas comerciales, así como fenómenos sociales o naturales, como se puede ver en el ejemplo de la gráfica al principio del artículo.

Hay que tener en cuenta que tanto la distribución de los efectos como sus posibles causas no es un proceso lineal sino que el 20% de las causas totales hace que sean originados el 80% de los efectos.



### 3.12.8.1. Propósitos generales del diagrama de Pareto.

- Analizar las causas.

- Estudiar los resultados.
- Planear una mejora continua.

La Gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa al permitir identificar visualmente en una sola revisión las minorías de características vitales a las que es importante prestar atención y de esta manera utilizar todos los recursos necesarios para llevar a cabo una acción de mejora sin malgastar esfuerzos ya que con el análisis descartamos las mayorías triviales.

### **3.12.9. Observación y registro de datos.**

Se debe caminar a un punto o una cierta distancia del equipo, efectuar su observación y registrar los hechos. El analista debe aprender a efectuar observaciones o verificaciones visuales y realizar las anotaciones después de haber abandonado la zona de trabajo. Esto reducirá al mínimo la sensación de ser observado que experimentaría un operario, el que continuaría trabajando así en la forma acostumbrada.

Muestreo de trabajo para el establecimiento de márgenes o tolerancias, utilización de una máquina y establecimiento de estándares de mano de obra directa e indirecta.

La técnica se usa también para establecer estándares de producción, determinar la utilización de máquinas, efectuar asignaciones de trabajo, mejorar métodos y establecimiento de estándares de mano de obra; las tolerancias por motivos personales y demoras inevitables se determinaban frecuentemente efectuando una serie de estudios de todo el día sobre varias operaciones y promediando luego sus resultados; el número de idas al gabinete sanitario y al bebedero o fuente de agua, el número de interrupciones etc., se podrían registrar, cronometrar, analizar,

y determinar luego una tolerancia justa o de confianza; los elementos que entran dentro de las demoras personales e inevitables se pueden mantener separados y determinar una tolerancia equitativa para cada clase o categoría.

### **3.12.10. Función del muestreo del trabajo.**

El método de muestreo de trabajo es otra herramienta que permite al analista de estudio de tiempos obtener los datos de manera más rápida y fácil.

El muestreo de trabajo calificado por ejecución es especialmente útil para determinar la cantidad de tiempo que puede ser asignada por retrasos inevitables, suspensiones de trabajo, etc. En resumen, deben tenerse presentes las siguientes consideraciones:

- Explicar y lograr la aceptación del método de muestreo de trabajo antes de utilizarlo.
- Limitar los estudios individuales a grupos similares a máquinas u operaciones.

Utilizar un tamaño de muestra lo más grande posible.

- Efectuar observaciones individuales en momentos al azar.
- Realizar las observaciones en un período razonablemente largo

### **3.12.11. Tipos de muestras.**

Hay dos principios alternativos que pueden seguirse cuando se elige una muestra:

- Muestra aleatoria, en que el azar determina que elementos se seleccionan.
- Muestra no aleatoria, en que el investigador deliberadamente elige los objetos que han de ser estudiados.

→ Muestra aleatoria.

El principio de la selección de los elementos en una muestra aleatoria es el mismo que cuando se reparten la baraja. Todos los objetos de la población tienen iguales probabilidades de ser seleccionados en la muestra. Esta probabilidad es llamada razón de muestreo (sampling ratio en inglés), y es igual al número de elementos de la muestra dividido por el número de la población.

Hay métodos alternativos para crear una muestra aleatoria (en otras palabras, una "muestra de probabilidad"):

- a) Muestra aleatoria simple: La muestra se extrae a suertes, por ejemplo sacando papeletas numeradas de un sombrero. Trabajar con papeletas es laborioso si la población es amplia. Pero si tenemos la población en un fichero de ordenador, el trabajo será fácil.
- b) Muestra sistemática: Si la razón que se pretende es  $1/n$ , empezamos escogiendo el primer elemento al azar entre los primeros  $n$  objetos de la población, y tras ello extraemos cada  $n$ -avo objeto. Esto es conveniente si tenemos una lista de objetos de la población.

- c) Muestra aleatoria ponderada: Cuando la población incluye un grupo muy pequeño pero esencial, hay el riesgo de que ningún miembro de ese grupo quede dentro de una muestra aleatoria. Para evitar esto, podemos incrementar deliberadamente la razón de la muestra sobre este grupo de especial importancia. Por supuesto que esto generará un desequilibrio en las mediciones que se obtengan a partir de la muestra ponderada, pero será fácil restaurar el equilibrio original. Esto se hace así cuando se combinan los resultados; por ejemplo, al calcular la media de todas las mediciones daremos a las mediciones de cada grupo su peso apropiado correspondiente a los porcentajes genuinos en la población.

→ Muestras no aleatorias.

Si consideramos que no precisamos cifras exactas sobre la representatividad estadística de nuestros resultados, podríamos plantearnos el usar una muestra no aleatoria (o "no probabilística"), lo que significa que elegiremos a voluntad nuestra. Podemos considerar que esto puede ayudarnos a obtener los elementos que necesitamos estudiar directamente y, además, actuar sin los tediosos procesos de selección aleatoria y verificación estadística.

Sin embargo, hay una desventaja: corremos un gran riesgo de obtener demasiado sesgo en la muestra. No seremos capaces siquiera de advertir la presencia, y menos aún la cantidad, de sesgo si hacemos personalmente la selección de la muestra. Y la presencia de sesgo puede hacer imposible generalizar nuestros resultados.

Un modo de reducir el sesgo hasta cierto punto es dejar a otra persona o grupo la selección de los elementos.

Entre los tipos comunes de muestras no aleatorias se incluyen:

- a) Una muestra de "casos típicos" o los "mejores" casos son algo bastante tradicional en historia del arte: estudiamos solamente los "grandes maestros". La idea es que éstos representan lo más auténtico de su época. Tal selección deliberada por parte del investigador tiene no obstante riesgos serios, que se tratan en el punto Delimitar el objeto de estudio.
- b) Muestra de conveniencia. Un grupo existente, por ejemplo la gente en una reunión, podría ser designado como muestra. Este es un método fácil y barato, pero el sesgo suele ser imposible de estimar. El método es popular en las demostraciones de cursos sobre métodos, pero raramente usado en la investigación profesional.
- c) Muestra de voluntarios es creada cuando todos los miembros de la población tienen la oportunidad de participar en la muestra. Un ejemplo es la respuesta voluntaria de los clientes que llega a una empresa; igualmente, las respuestas que un investigador recibe a un anuncio en un periódico pidiendo a la gente sus opiniones.

Una muestra de voluntarios suele ser una alternativa bastante sensata; no obstante, el investigador debe considerar cuidadosamente los riesgos de sesgo. Hay dos cuestiones que plantearse: ¿Es cierto que todos los miembros de la población concernida tenían las mismas oportunidades de ser incluidos en la muestra? Por definición, los voluntarios difieren de la media de la población en su mayor actividad. La cuestión crucial entonces es ¿difieren del resto de la población también en otros aspectos?.

d) Muestra-bola de nieve. Cuando se entrevista a miembros de un grupo, podemos pedir a las personas que nos indiquen otros individuos en ese grupo que estén en la mejor posición para dar información sobre ese tema; podríamos también pedirles que nos indicasen personas que compartan sus puntos de vista y también otras que sean de opinión opuesta. Entonces entrevistaremos a nuevos individuos y continuaremos del mismo modo hasta que no obtengamos nuevos puntos de vista de nuevos entrevistados. Este es un buen método por ejemplo para recoger los distintos puntos de vista existentes en un grupo, pero su inconveniente es que no obtenemos una idea exacta de la distribución de las opiniones.

### 3.12.12. Tamaño de la muestra.

#### → Muestras aleatorias.

Teóricamente, podemos calcular el tamaño requerido de la muestra sobre la base de:

- El número y tipo de variables y
- El nivel deseado de representatividad estadística.

Hay que hacer notar que las poblaciones amplias sólo requieren en casos excepcionales unas muestras mayores que las poblaciones pequeñas. Algunos centenares de casos casi siempre son suficientes.

Las fórmulas para el cálculo son exactas pero algo engorrosas de usar por las muchas alternativas que intervienen; por ese motivo no se presentan aquí. En proyectos importantes con amplios recursos se suele consultar a un estadístico para los cálculos.

En un proyecto de investigación con recursos limitados, la regla general es: usar una muestra tan amplia como nos podamos permitir. Recuérdese también que es inútil incrementar el tamaño de la muestra si el principio de muestreo está sesgado. La muestra añadida simplemente estará igual de sesgada.

→ Muestras no aleatorias.

No hay fórmula para determinar el tamaño de una muestra no aleatoria. Con frecuencia, especialmente en investigación cualitativa, podemos simplemente ampliar gradualmente nuestra muestra y analizar los resultados según llegan.

Cuando en casos nuevos ya no se presenta información nueva, podemos concluir que nuestra muestra está saturada, y terminaremos el trabajo. Este método es, sin embargo, muy vulnerable al muestreo sesgado, con lo que tenemos que ser muy cuidadosos y asegurarnos que no omitimos a ningún grupo de nuestra población.

Antes de decidir el tamaño de una muestra no aleatoria, tal vez queramos leer cómo debe ser evaluada la representatividad de los resultados a partir de una muestra no aleatoria. De otro modo podríamos sufrir una sorpresa bastante desagradable cuando estemos intentando, demasiado tarde, definir la población en que nuestros resultados puedan ser declarados válidos.

Para calcular el tamaño de una muestra hay que tomar en cuenta tres factores:

1. El porcentaje de confianza con el cual se quiere generalizar los datos desde la muestra hacia la población total.
2. El porcentaje de error que se pretende aceptar al momento de hacer la generalización.
3. El nivel de variabilidad que se calcula para comprobar la hipótesis.}

La confianza o el porcentaje de confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos. Esto quiere decir que un porcentaje del 100% equivale a decir que no existe ninguna duda para generalizar tales resultados, pero también implica estudiar a la totalidad de los casos de la población.

Para evitar un costo muy alto para el estudio o debido a que en ocasiones llega a ser prácticamente imposible el estudio de todos los casos, entonces se busca un porcentaje de confianza menor. Comúnmente en las investigaciones sociales se busca un 95%.

El error o porcentaje de error equivale a elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera, o la inversa: rechazar a hipótesis verdadera por considerarla falsa. Al igual que en el caso de la confianza, si se quiere eliminar el riesgo del error y considerarlo como 0%, entonces la muestra es del mismo tamaño que la población, por lo que conviene correr un cierto riesgo de equivocarse. Comúnmente se aceptan entre el 4% y el 6% como error, tomando en cuenta de que no son complementarios la confianza y el error.

La variabilidad es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis que se quiere investigar en alguna investigación anterior o en un ensayo previo a la investigación actual. El porcentaje con que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y el porcentaje con el que se rechazó se la hipótesis es la variabilidad negativa.

### **3.13. Teoría de la empresa.**

#### **3.13.1. Grafito.**

El grafito es la forma alotrópica, cristalizada del carbono. A presión atmosférica y temperatura ambiente es más estable el grafito que el diamante, sin embargo la descomposición del diamante es tan extremadamente lenta que sólo es apreciable a escala geológica. Fue nombrado por Abraham Gottlob Werner en el año 1789 y el término grafito deriva del griego γραφειν (graphein) que significa escribir. También se denomina plumbagina y plomo negro. El grafito se encuentra en yacimientos naturales y se puede extraer, pero también se produce artificialmente. El principal productor mundial de grafito es China, seguido de India y Brasil.

#### **3.13.2. Estructura atómica del grafito.**

En el grafito los átomos de carbono presentan hibridación  $sp^2$ , esto significa que forma tres enlaces covalentes en el mismo plano a un ángulo de  $120^\circ$  (estructura hexagonal) y que un orbital  $\pi$  perpendicular a ese plano quede libre (estos orbitales deslocalizados son fundamentales para definir el comportamiento eléctrico del grafito). El enlace covalente entre los átomos de una capa es extremadamente fuerte, sin embargo las uniones entre las diferentes capas se realizan por fuerzas de Van der Waals e interacciones entre los orbitales  $\pi$ , y son mucho más débiles.

Esta estructura laminar hace que el grafito sea un material marcadamente anisótropo.

### 3.13.3. Propiedades.

Es sólido, blando y presenta un color gris negruzco con brillo metálico, tiene una densidad de 2,2 y punto de fusión de 3.570 °C, es refractario y se exfolia con facilidad. En la dirección perpendicular a las capas presenta una conductividad de la electricidad baja y que aumenta con la temperatura, comportándose pues como un semiconductor. A lo largo de las capas la conductividad es mayor y aumenta proporcionalmente a la temperatura, comportándose como un conductor semi-metálico.

Entre las propiedades de este elemento resaltan las siguientes:

- Es buen conductor eléctrico.
- Resistente a elevadas temperaturas.
- Mantiene una excelente conductividad térmica.
- Tiene considerablemente bajo, el coeficiente de expansión térmico.

### 3.13.4. Aplicaciones.

- El grafito es un material refractario y se emplea en forma de ladrillos, crisoles, etc.
- Al deslizarse las capas fácilmente en el grafito, resulta ser un buen lubricante sólido.
- Se utiliza en la fabricación de diversas piezas en ingeniería, como pistones, juntas, arandelas, rodamientos, etc.
- Este material es conductor de la electricidad y se usa para fabricar electrodos. También tiene otras aplicaciones eléctricas.
- Se emplea en reactores nucleares, como moderadores y reflectores.

- El grafito mezclado con una pasta sirve para fabricar lápices.
- Es usado para crear discos de grafito parecidos a los de discos vinilo salvo por su mayor resistencia a movimientos bruscos de las agujas lectoras.
- Se puede crear Grafeno, el material más conductor y resistente que existe, futuro sustituto del silicio en la fabricación de chips.

### 3.13.5. Compuestos de intercalación del grafito.

Distintas moléculas o iones pueden penetrar en las capas del grafito. Por ejemplo el potasio puede ceder un electrón al grafito, quedando el ion de potasio, K, entre las capas. Este electrón contribuye a aumentar la conductividad que presentaba el grafito.

Se pueden preparar diferentes compuestos de intercalación con distintas estequiometrias y distintas especies. En algunos casos la conductividad resultante es mayor, como en el caso del potasio, y es lo que ocurre generalmente, pero en otros, como por ejemplo con flúor, es menor.

### 3.13.6. Otras formas relacionadas.

Existen otras formas llamadas: *carbón amorfo*, que tienen una estructura relacionada con la del grafito:

- Carbón vegetal y carbón activado.
- Negro de humo u hollín.
- Grafeno.

### 3.13.7. Torno paralelo horizontal.

Se denomina torno (del latíntornus, y este del griego τόρνος, giro, vuelta) a un conjunto de máquinas herramienta que permiten mecanizar piezas de forma geométrica de revolución. Estas máquinas-herramienta

operan haciendo girar la pieza a mecanizar (sujeta en el cabezal o fijada entre los puntos de centraje) mientras una o varias herramientas de corte son empujadas en un movimiento regulado de avance contra la superficie de la pieza, cortando la viruta de acuerdo con las condiciones tecnológicas de mecanizado adecuadas

El torno paralelo horizontal: Esta máquina puede ser de banco o de piso, es el torno más común y su tamaño varía grandemente, puede medir desde medio metro hasta 30 metros de longitud.

#### **3.13.8. Sierra de cinta.**

La sierra de cinta o serrucho de banda es una sierra de pedal o eléctrica, que tiene una tira metálica dentada, larga, estrecha y flexible. La tira se desplaza sobre dos ruedas que se encuentran en el mismo plano vertical con un espacio entre ellas.

Las de cinta pueden ser usadas en carpintería y metalistería o para cortar diversos materiales ajenos a estas actividades, siendo útiles en el corte de formas irregulares.

Las sierras de cinta de los talleres de máquinas cuentan con equipamiento adicional que les permiten operar de distintas formas y hacen cortes generalmente en sentido vertical.

#### **3.13.9. Sierra circular.**

La sierra circular es una máquina para aserrar longitudinal o transversalmente maderas, y también para seccionarlas. Dotada de un motor eléctrico que hace girar a gran velocidad una hoja circular. Empleando una hoja adecuada (En cuanto a su dureza y la forma de sus dientes), una sierra circular portátil puede cortar cualquier cosa.

#### **3.13.10. Colector de polvo.**

El colector de polvo es un dispositivo o sistema que elimina los mecanismos creados por el polvo de las inmediaciones de la máquina y las que operan, ya sea por su emisión en otros lugares o por la recogida para su posterior eliminación.

El colector de polvo son obras que utilizan un motor que actúa como una especie de dispositivo de succión, la succión del aire emitido por las máquinas en una tubería que conecta el motor a una bolsa de recolección. El tamaño del motor, tuberías, y la bolsa de colección variará de acuerdo a las necesidades de aquellos que utilizan el colector de polvo. Algunos modelos del colector de polvo son personalizables, y otros no lo son.

La mayoría de los modelos están diseñados con un colector de polvo para ser conectado directamente a las máquinas, para garantizar la eliminación correcta de polvo. Muchos de los modelos están diseñados para ser portátiles, con ruedas en la parte inferior, por lo que puede pasar de una máquina a otra. Otros están diseñados para ser conectado a varias máquinas, para maximizar los esfuerzos de recolección de polvo. En la mayoría de los modelos, la bolsa de recolección está encerrada en un armario de algún tipo. Algunos modelos, sin embargo, tienen bolsas de libre flotación.

### **3.13.11. Báscula para pesar mercancías.**

Son básculas cuya plataforma está a ras de suelo, y permiten pesar de forma rápida y directa las mercancías que maneja una empresa, hay básculas de diferentes capacidades de peso.

## CAPÍTULO IV: DISEÑO METODOLÓGICO.

En este capítulo con los resultados de la investigación se describe el tipo de estudio y el diseño de investigación que se utilizó; además de la población y muestra y los instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos basándose en hechos reales.

### 4.1. Tipo de estudio.

En la presente investigación se aplica un estudio de movimiento y tiempo con la finalidad de mejorar las distribuciones de las maquinarias y determinar el tiempo de realización del proceso en la Cooperativa Sphairo Graphite R.L.

Según ROSA ROJAS DE NARVÁEZ “En la sección denominada tipo de estudio se indica: ¿Qué tipo de estudio o de investigación fue desarrollado?. Y se justifica el tipo de estudio o investigación realizado

desde el punto de vista teórico y desde la perspectiva del problema de investigación y los objetivos del estudio”.

La investigación se basa en un estudio no experimental y se considera de tipo descriptiva, evaluativa, aplicada y cualitativa debido a que todo se hará bajo un enfoque sistemático a través de la descripción, análisis y la interpretación del proceso de fabricación de piezas de grafito

- **Descriptiva:** Es un tipo de estudio rígido en el cual se describen características y se generalizan varios fenómenos similares, mediante la exploración y descripción de situaciones de la vida real. Se deben describir cada uno de los procesos o entes que se encuentran inmersos en la recepción, clasificación y almacenamiento de la materia prima necesaria para la fabricación de piezas de grafito así como el polvo de grafito que se genera en el proceso como material de desecho el cual también es reutilizada tanto para un nuevo proceso como para su venta.
- **Evaluativo:** Su objetivo es valorar y enjuiciar el diseño, ejecución, efectos y utilidades a fin de corregir las deficiencias e introducir los reajustes necesarios en el proceso.
- **Aplicada:** El objetivo principal es mejorar el proceso a través de una propuesta que garantice el mejoramiento en el proceso actual de fabricación de piezas de grafito.
- **Cualitativa:** Como estrategia cualitativa de procesamiento de información el análisis operacional.

#### **4.2. Diseño de investigación.**

Para el tipo de investigación planteada anteriormente, el diseño de investigación es de campo. Según ROSA ROJAS NARVÁEZ “La investigación de campo se realiza observando el grupo o fenómeno en su ambiente natural y permite investigar las prácticas, comportamientos, creencia y actitudes del individuo o grupos, tal como se presenta en la vida real”, por lo que se realizaron visitas a la empresa para observar el proceso directamente de la realidad, recolectando de esa manera los datos necesarios para el análisis, utilizando la observación científica y las entrevistas; sin controlar ni manipular ninguna variable.

#### **4.3. Población y muestra.**

De acuerdo a las investigaciones realizadas en la Cooperativa Sphairo Graphite R.L. se determinó como objeto de estudio al operario.

Según ROBERTO HERNANDÉZ SAMPIER I “Una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Selítiz, 1974). La muestra suele ser definida como un subgrupo de la población (Sudman, 1976)”.

La Cooperativa cuenta con un técnico-supervisor. Para efectos del estudio se determinó que la población y la muestra son las mismas, ya que, el proceso de producción es por pedidos y dependiendo de la cantidad de trabajo se contrata el personal que se necesite.

#### **4.4. Recursos.**

Dentro de la investigación y/o estudio que se realizó en la Cooperativa fabricante de piezas de grafito se utilizaron las siguientes herramientas:

- a) 2 Metros de 30 m.
- b) 1 Metro de 80 m.
- c) 1 Cámara.
- d) 1 Grabadora.
- e) 1 Cronometro.
- f) Hojas.
- g) Lápiz.
- h) Teléfono celular.
- i) Cuestionario (Preguntas de la OIT y técnicas del interrogatorio).
- j) Tabla de t de Student.
- k) Tabla de concesiones por fatiga.
- l) Hoja de concesiones.
- m) Tabla de la calificación de la velocidad.
- n) Formatos para vaciar los datos obtenidos.
- o) Tablas de los factores de fatiga.

Para con estas así recolectar la información necesaria para elaborar el Estudio de Métodos.

#### **4.5. Procedimiento.**

Para la realización del estudio de movimiento se utilizó el siguiente procedimiento:

1. Se realizaron una serie de visitas a la cooperativa con la finalidad de observar de forma directa el proceso, el desempeño del operario y el manejo de los materiales, así como el funcionamiento de las maquinarias.

2. Se tomaron las medidas del área de trabajo, para la realización del plano y así poder determinar las distancias de traslado que hace el operario.
3. Se realizó la delimitación del estudio, seleccionando para ello la fabricación de piezas de grafito dependiendo de las exigencias del cliente.
4. Se entrevistó al operario con la finalidad de recopilar información que no se puede apreciar a simple vista.
5. Se procedió a la elaboración del diagrama de proceso detallando todas las actividades que se realizan en la fabricación de piezas de grafito.
6. Una vez definido el proceso se realizó el diagrama de flujo/recorrido donde se presentan cada una de las áreas que lo componen, y determinar los traslados innecesarios que realiza el operario a la hora de realizar el trabajo.

Para aplicar la técnica del análisis operacional se llevaron a cabo los siguientes procedimientos:

1. Visitas a la Cooperativa con la finalidad de realizar una entrevista al operario.
2. Para profundizar más sobre la empresa y sus procedimientos, se procedió a aplicar la técnica del interrogatorio y las preguntas sugeridas por la OIT.
3. Grabación de la entrevista al operario.
4. Toma de nota de las respuestas.
5. Se realizó un análisis profundo de acuerdo a las respuestas dadas por el operario.
6. Se observó con más detalle la distribución del galpón para mejorar la posición de las máquinas.
7. Se planteó un diagrama de flujo recorrido donde se observan las nuevas modificaciones.

8. Se tomaron nuevas medidas del galpón para reestructurar la ubicación de las máquinas y así evitar traslados innecesarios del operario.

Para llevar a cabo el estudio de tiempo en la Cooperativa se realizó el siguiente procedimiento:

1. Determinar el tamaño de la muestra que se tomará para la realización del estudio de tiempo.
2. Identificar los elementos que estén más asociados a la operación para realizar el estudio.
3. Utilizar el cronómetro para la toma de tiempo.
4. Calcular los tiempos seleccionados de la operación del proceso para vaciarlos en el formato.
5. Determinar la calificación de la velocidad del operario a través del método WESTINGHOUSE.
6. Determinar el tiempo normal.
7. Determinar las tolerancias a ser asignadas según las características de la operación.
8. Calcular el tiempo estándar de la operación seleccionada.

Con los siguientes pasos se aplicó el estudio de muestreo del trabajo:

1. Determinar el porcentaje de eficiencia del operario.
2. Establecer la exactitud y el nivel de confianza.
3. Determinar el número de observaciones para realizar el estudio de muestreo.
4. Diseñar el plan de muestreo.
5. Generar los números aleatorios.
6. Diseñar el formato a utilizar para vaciar los datos obtenidos.
7. Elaborar el gráfico de control.

8. Elaborar el diagrama de Pareto para determinar la incidencia del porcentaje de las causas.
9. Comparar la exactitud.
10. Interpretar los gráficos y proponer posibles soluciones.

## CAPÍTULO V: SITUACIÓN ACTUAL.

Sphairo Graphite, R.L. fue creada con el objetivo principal de ofrecer servicios de elaboración de piezas en material de grafito con la más óptima calidad y los costos más bajos del mercado, para así desarrollar una marca confiable para sus clientes.

El proceso productivo de la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L. consiste en la transformación mecánica del grafito según las especificaciones técnicas solicitadas por los clientes, dependiendo de estas se fabrican diferentes tipos de piezas. Los productos fabricados con material de grafito, permiten que tengan las características idóneas para un mejor rendimiento, en cuanto a: resistencia térmica, auto-lubricación, bajo coeficiente de fricción y resistencia a la mayoría de los agentes químicos y por tanto mayor durabilidad.

Hoy en día la Cooperativa realiza todos sus procesos sin estandarización alguna de los tiempos de ejecución que conforman la fabricación de las piezas. La cooperativa ha empezado sus labores con un espacio limitado, lo que conlleva a la mala distribución de las maquinarias que ocasiona que el operario haga largos traslados innecesarios y a la falta de áreas de almacenamiento para la materia prima, producto terminado y desperdicios. Además presenta condiciones ambientales poco óptimas para la realización del proceso. Esta área no cuenta con la demarcación de las zonas de trabajo, así como las señalizaciones de seguridad (entrada y salidas, cargas y descargas). La jornada de trabajo es continua, de 8:00am a 4:00pm. En esta se trabaja contra pedido, generalmente, cuando no hay orden de compra no se labora.

El operario tiene un tiempo promediado de la duración de la operación, determinado principalmente por la experiencia de este. Es necesario mencionar que la misma dispone de un manual de calidad, por el cual no se rigen, debido a que no hay una supervisión adecuada para que se cumplan todas las normativas.

Dependiendo de la actuación del operario se observó que de acuerdo al tiempo que este tiene de experiencia trabaja con rapidez a pesar de las condiciones deficientes de trabajo en la que desarrolla el proceso; además de que para realizar la fabricación de una pieza debe contar con una persona que lo ayude a medir y a ejercer un esfuerzo para montar el material de aproximadamente 150 kg a la máquina.

Igualmente en la Cooperativa no se ha determinado el porcentaje de eficiencia por el operario y por ello no se ha definido las actividades en las que más se desempeña durante el proceso.

### **5.1. Método actual.**

La Cooperativa Sphairo Graphite, R.L., se dedica a la fabricación de piezas de grafito, siendo las barras las de mayor demanda por las Empresas Regionales. Para llevar a cabo el proceso, se realizó el al lugar seguimiento al operario, desde que recibe la materia prima hasta que culmina con el proceso.

El recorrido que realiza el operario durante el proceso no tiene una forma específica y clara. El operario realiza traslados innecesarios a la mala distribución de las máquinas, la materia prima, los desperdicios reutilizables y el producto terminado, éstos no cuentan con un espacio determinado para su colocación al momento de terminar con el proceso, impidiendo que se realice el mantenimiento adecuado al lugar de trabajo.

El grafito con el que se va a trabajar en el proceso llega en forma de cilindro de 612mm de diámetro y 2000mm de largo, es recibida por el operario en la entrada del galpón, el cual se verifica, y se traslada al final del galpón (13m) donde está la materia prima, se selecciona la cantidad de grafito a utilizar dependiendo del pedido que se tenga y se espera 2min por motosierra porque no se encuentra cerca del área de trabajo, se corta en barras cuadradas, de las cuales son sacadas 70 barras de 80x80cm ò 80x63.5cm y a su vez sale 300kg de grafito molido.

Una vez listas las barras cuadradas el operario selecciona la pieza con que se va a trabajar, luego se envía al área de corte (50cm), donde son medidas y cortadas según las especificaciones del cliente; luego se pasa al área donde está la cepilladora o canteadora (6.80m), se gradúa dependiendo del espesor deseado, se cepilla y los desperdicios son almacenados temporalmente en el recolector de polvo, la operación se debe repetir 4 veces, verificando la superficie.

Las barras cepilladas se lleva a la sierra circular (10.93m) para darle el largo adecuado donde se efectúan dos cortes, superior e inferior respectivamente y son almacenadas en cajas según sea el pedido del cliente para luego ser enviadas a su destino, destacando que el producto

terminado se deja al lado de la máquina interfiriendo con el paso, hasta que las lleven; tomando en cuenta que el comprador es el que se encarga de enviar un transporte para el debido traslado del producto. El proceso tarda 45 min.

## 5.2. Diagrama de proceso (actual).

**Diagrama:** Proceso.

**Proceso:** Fabricación de Barras de Grafitos.

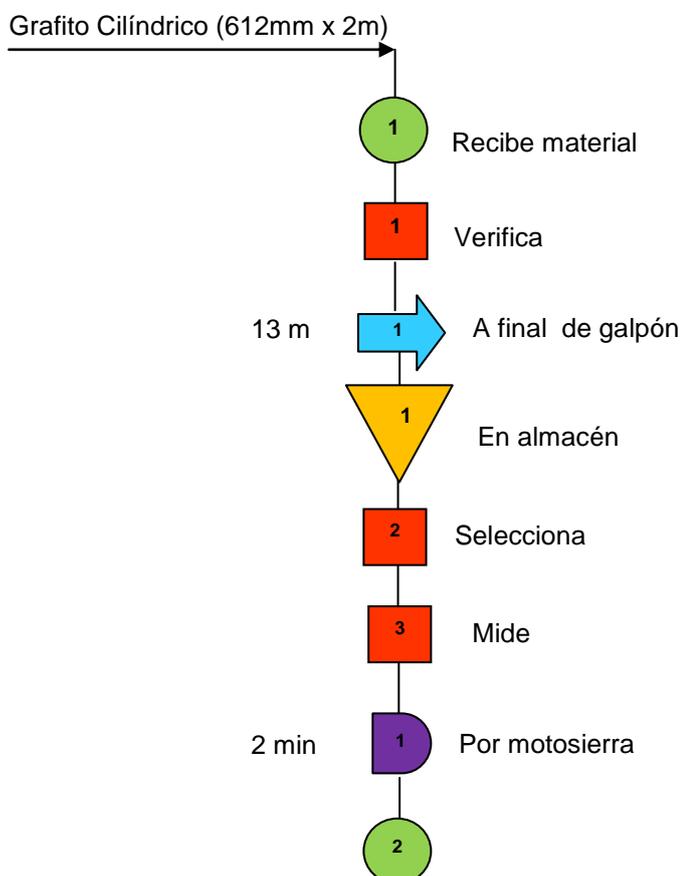
**Inicio:** Recibe la materia prima.

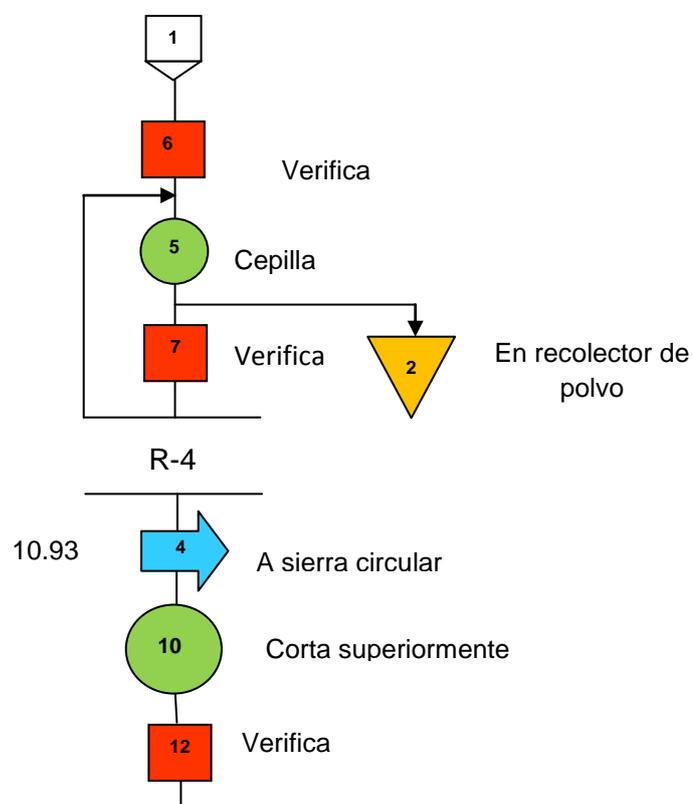
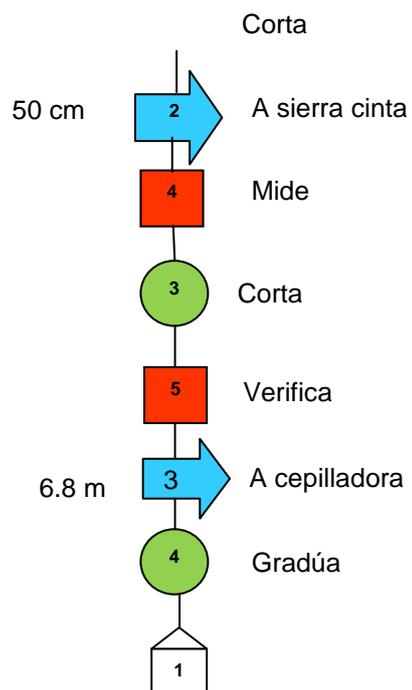
**Fin:** Barras almacenado en cajas.

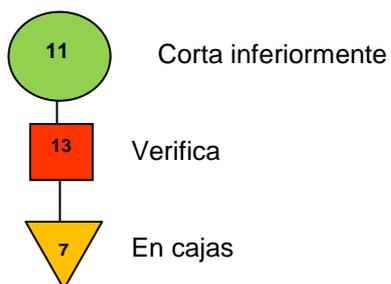
**Método:** Actual.

**Fecha:** 07/12/11.

**Seguimiento:** Operario.







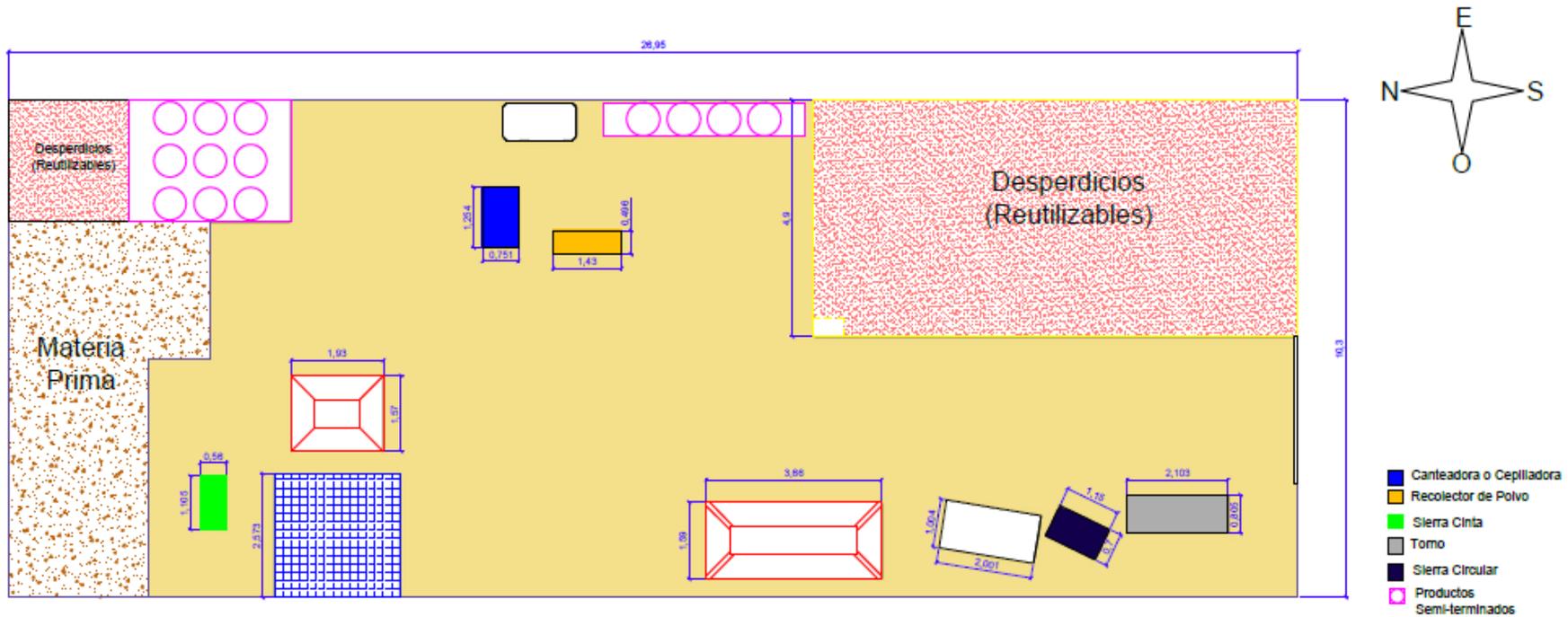
Resumen:

	—	7	
	—	11	
	—	13	
	—	4	(31,23 m)
	—	1	(2 min)

---

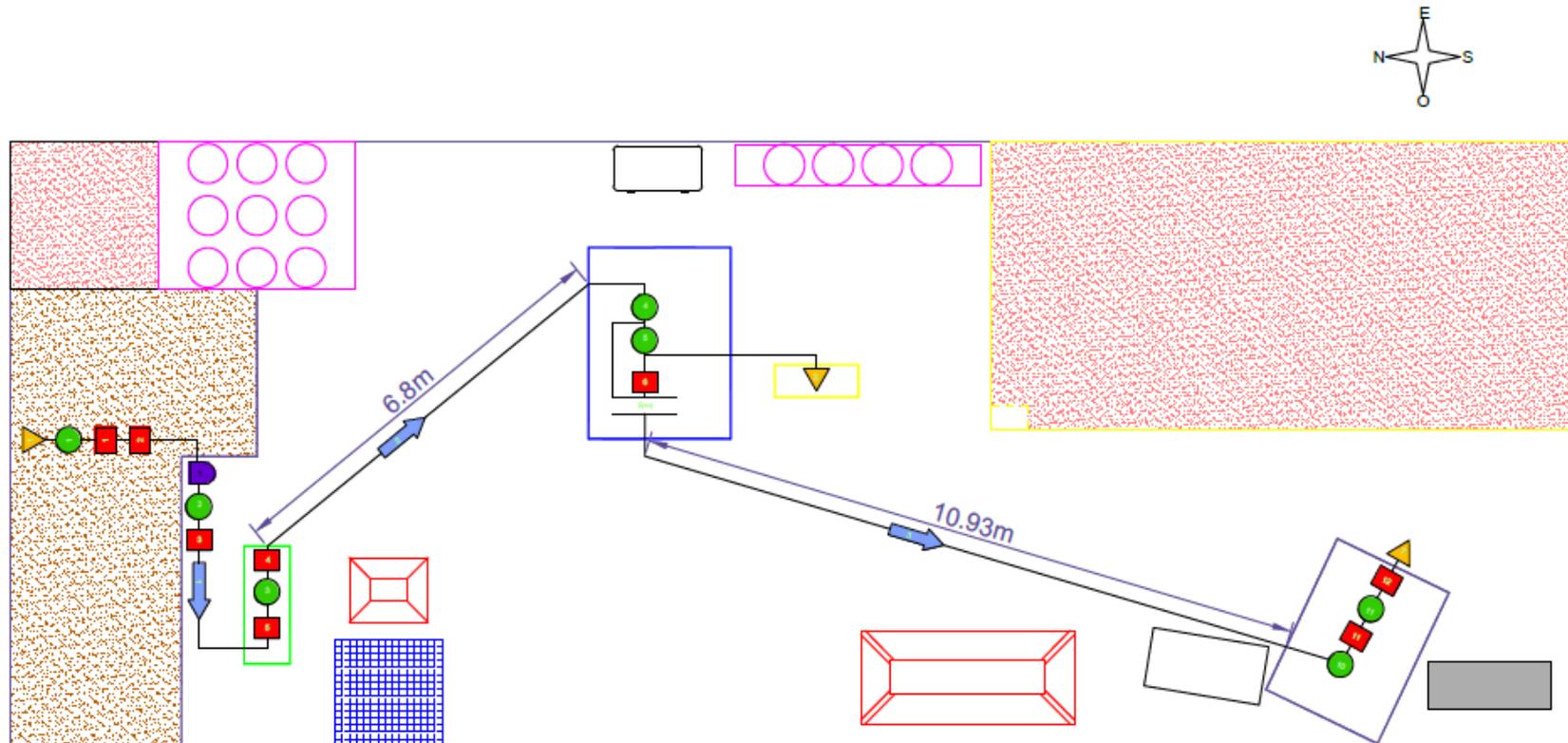
Total = 36

### 5.3. Layout de la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L.



Layout de la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L. Escala 8:1

5.4. Diagrama de Flujo/recorrido del Proceso de fabricación de piezas de grafito de la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L. Escala 1.25:1



## 5.5. Problemas generales.

- No existe la distribución correcta de las maquinas para la realización optima del proceso.
- Falta de uso de los implementos de seguridad.
- No cuentan con el espacio adecuado para el resguardo de la materia prima, producto terminado y desperdicios reutilizables.
- Desorden y falta de limpieza.
- Existe solo una entrada que sirve de entrada-salida y carga-descarga.
- El área de “almacenaje” se encuentra al final del galpón y para llegar a este se debe pasar por medio de la zona donde se realiza el proceso.
- Iluminación deficiente.
- Falta de máquinas de recolector de polvo en el área de sierra cinta y sierra circular.

## 5.6. Técnica del interrogatorio.

### 5.6.1. Propósito.

1. ¿Qué se hace?  
R= Fabricación de piezas de Grafito.
2. ¿Por qué se hace?

**R=** Para cumplir con objetivo de la empresa, ya que es el proceso productivo de la misma.

3. ¿Qué otra cosa podría hacerse?

**R=** Podrían hacerse otros productos derivados del grafito.

4. ¿Qué debería hacerse?

**R=** La fabricación de los productos que tengan mayor demanda y para los que la empresa cuenta con la maquinaria deseada.

### 5.6.2. Lugar.

1. ¿Dónde se hace?

**R=** Se realiza en un galpón.

2. ¿Por qué se hace allí?

**R=** Porque es el espacio más rentable y es donde se tiene las herramientas necesarias para realizar tales operaciones.

3. ¿En qué otro lugar podría hacerse?

**R=** No se puede hacer en otro lugar.

4. ¿Dónde debería hacerse?

**R=** En un galpón mucho más amplio que sea cerrado.

### 5.6.3. Sucesión.

1. ¿Cuándo se hace?

**R=** Cuando llega una orden de compra.

2. ¿Por qué se hace entonces?

R= Porque depende de la necesidad del cliente.

3. ¿Cuándo podría hacerse?

R= En el momento que se amerite y sea necesario la fabricación.

4. ¿Cuándo debería hacerse?

R= Inmediatamente que el cliente haga el pedido.

#### 5.6.4. Persona:

1. ¿Quién lo hace?

R= El operario.

2. ¿Por qué lo hace esa persona?

R= Porque es la única persona capacitada e indicada para hacerlo.

3. ¿Qué otra persona podría hacerlo?

R= Mas nadie, solo puede hacerlo el operario.

4. ¿Quién debería hacerlo?

R= El operario.

#### 5.6.5. Medios.

1. ¿Cómo se hace?

R= La materia prima es tomada y llevada a la sierra cinta donde se hace el corte, luego se lleva a la cepilladora para dar el grosor deseado por el cliente y después a la sierra circular para darle los últimos detalles de corte (largo).

2. ¿Por qué se hace de ese modo?

**R=** Porque ese es el procedimiento determinado por la empresa para realización de piezas de grafito.

3. ¿De qué otro modo podría hacerse?

**R=** De ningún otro modo, ya que este cumple con los requerimientos de la empresa para lograr la satisfacción del cliente.

4. ¿Cómo debería hacerse?

**R=** Siguiendo el procedimiento establecido por la empresa, ya que es el más indicado.

## 5.7. Preguntas de la OIT.

### 5.7.1. Operaciones.

1. ¿Qué propósito tiene la operación?

**R=** Cepillar las barras hasta dejarle el espesor que desee el cliente.

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

**R=** Sí, porque es la que le da el acabado a la pieza.

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

**R=** Sí, con la sierra circular pero no le da el acabado que le da la canteadora. La canteadora es más exacta.

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

**R=** De todos los clientes.

11. ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo o con mejor resultado?

**R=** Con la sierra circular pero no da el mismo resultado, se usa cuando el cliente no requiere una medida exacta.

### 5.7.2. Normas de calidad.

3. ¿El operario puede inspeccionar su propio trabajo?

**R=** Sí, porque es la única persona que sabe el trabajo y le gusta las cosas exactas.

7. ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?

**R=** No se puede, el equipo con que se cuenta es el mejor.

8. ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?

**R=** Sí se puede mejorar, teniendo otros equipos que no se tienen aquí. Usando equipos más grandes que los que se tienen y contar con equipos móviles.

### 5.7.3. Utilización de materiales.

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

**R=** Sí, porque es el que requiere el cliente.

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

**R=** Hay más económicos pero no se pueden reemplazar, porque es de menos calidad, es más poroso y tiene muchos huecos.

3. ¿El material se compra ya acondicionado para el uso?

**R=** No, se compra bruto y allí se prepara.

7. ¿Se compra en cantidades y dimensiones que lo hagan cundir al máximo y reduzcan la merma y los retazos y cabos inaprovechables?

**R=** Sí, bruto y en cantidades, pero las mermas se pierden y los retazos lo utilizamos para otra piezas.

10. ¿Es razonable la proporción entre los costos de material y los de mano de obra?

**R=** No es proporcional, el material es caro y la mano de obra es barata, y también depende del tiempo que trabaje.

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

**R=** No se tiene exceso de merma y los desperdicios se aprovechan.

13. ¿No se podría hacer la pieza con sobrantes de material o retazos inaprovechables?

**R=** Si se puede hacer.

14. ¿Se podrían utilizar los sobrantes y retazos?

**R=** Sí, en piezas más pequeñas con el mismo espesor pero en dimensiones cortas.

15. ¿Se podrían clasificar los sobrantes y retazos para venderlos a mejor precio?

**R=** Sí.

16. ¿El proveedor de material lo somete a operaciones innecesarias para el proceso estudiado?

**R=** No, el material lo trabajan con sus propiedades iniciales.

17. ¿La calidad de materiales es uniforme?

**R=** Si mantiene sus características física-químicas es más compacto.

19. ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?

R= Es entregado sin filos ni rebabas.

20. ¿Se altera el material con el almacenamiento?

R= No se altera.

#### 5.7.4. Disposición del lugar de trabajo.

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

R= Sí.

2. ¿Permite la disposición de la fábrica un mantenimiento eficaz?

R=No.

3. ¿Proporciona la disposición de la fábrica una seguridad adecuada?

R= No.

6. ¿Están los materiales bien situados en el lugar de trabajo?

R= No.

7. ¿Están las herramientas colocadas de manera que se puedan asir sin reflexión previa y sin la consiguiente demora?

R= No está ordenado y eso genera demora.

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

R= No, en este proceso no se crea virutas y los desechos son almacenados en un lado del galpón (no hay espacio).

11. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo por ejemplo, ventiladores, sillas?

R= No, no tenemos ventilador.

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

R= No, es un poco oscuro. La luz es opaca.

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

R= No.

14. ¿Existe armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

R= No, el área no está acondicionada. Todo lo cargamos encima.

#### 5.7.5 Manipulación de material.

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?

R= No, todo está cerca de las máquinas.

3. ¿Deberían utilizarse carretillas de mano, eléctrica o elevadoras de horquilla o transportadores o conductos?

R=Si, una carretilla de mano para trasladar el material de un lugar a otro.

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

R= Si, como paletas y con montacargas.

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

**R=**Al final del galpón.

7. ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?

**R=**No, se traslada en carretilla y depende de la cantidad y no corresponde a la cantidad de material que se necesita trasladar.

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

**R=** No, el espacio muy reducido y no hay un lugar de carga y descarga.

14. ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?

**R=** Si, pero el material estaría impidiendo el libre movimiento.

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

**R=** Si, se puede hacer con la sierra circular.

18. ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?

**R=** Si se puede pero no conviene porque el material sale más costoso y aumentan los costos.

#### **5.7.6. Organización de Trabajo.**

1. ¿Cómo se atribuye la tarea al operario?

**R=** Por planos y orden de trabajo.

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

**R=** No.

3. ¿Cómo se dan las instrucciones al operario?

**R=** Yo se las instrucciones que debo realizar, sin recibir órdenes de terceras personas.}

4. ¿Cómo se consiguen los materiales?

**R=** Comprándole a empresas que están ubicadas en la zona o fuera del estado.

5. ¿Cómo se entregan los planos y herramientas?

**R=** El cliente entrega los planos y las herramientas son compradas en instalaciones donde venden herramientas.

6. ¿Hay control de la hora?

**R=** No.

8. ¿Los materiales están bien situados?

**R=** No.

11. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?

**R=** Nada, porque nunca se pierde material.

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

**R=** No.

16. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?

**R=** Si, yo presento ideas y se las propongo al ingeniero.

17. ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salario por rendimiento según el cual trabajan?

**R=** Si.

### 5.7.7. Condiciones de Trabajo.

1. ¿La luz es uniforme y suficiente en todo momento?  
**R= Si**
2. ¿Se ha eliminado el resplandor de todo el lugar de trabajo?  
**R= No, siempre hay resplandor porque es muy cerrado.**
3. ¿Se proporciona en todo momento la temperatura más agradable?; y en caso contrario, ¿no se podrían utilizar ventiladores?  
**R= No, es desagradable, se pueden buscar ventiladores.**
4. ¿Se justificaría la instalación de aparatos de aire acondicionado?  
**R= No se puede.**
5. ¿Se pueden reducir los niveles de ruido?  
**R= No, muy poco se tiene ruido.**
6. ¿Se pueden eliminar los vapores, el humo y el polvo con sistema de evacuación?  
**R= Si, se cuenta con un recolector de polvo.**
8. ¿Se puede proporcionar una silla?  
**R= Si.**
9. ¿Se han colocado grifos de agua fresca en lugares cercanos del trabajo?  
**R= No, hay es un termo.**
10. ¿Se han tenido debidamente en cuenta los factores de seguridad?  
**R= No, se usa solo cuando se realiza la pieza y solo se usa mascarilla.**
11. ¿Es el piso seguro y liso, pero no resbaladizo?

**R=** No es liso ni resbaladizo.

12. ¿Se enseñó al trabajador a evitar los accidentes?

**R=** Si.

13. ¿Su ropa es adecuada para prevenir riesgos?

**R=** No

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

**R=** No.

15. ¿Con cuántas minucias se limpian el lugar de trabajo cada vez que se realiza un trabajo?

**R=** Cada vez que se realiza un trabajo.

#### **5.7.8. Enriquecimiento de la tarea de cada puesto.**

1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?

**R=** No es aburrida, pero si monótona.

2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?

**R=** Si, motivándolos.

4. ¿Cuál es el tiempo del ciclo?

**R=** 30 minutos.

8. ¿Puede el operario efectuar el mantenimiento en sus propias herramientas?

**R=** Si

10. ¿Puede el operario hacer la pieza completa?

**R=** Si, siempre lo hace.

13. ¿Es posible y deseable el horario flexible?

**R=** Si.

15. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

R= No.

## 5.8. Enfoques primarios.

El procedimiento que se emplea en la Cooperativa para cumplir con los pedidos, es un proceso monótono, tiene forma de S diagonal y no esta cien por ciento mecanizados.

El objetivo fundamental es fabricar una cantidad determinada de piezas de grafito, dependiendo de las necesidades del cliente.

### i. Propósito de la operación.

El objetivo de la operación realizada por la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L, es fabricar piezas elaboradas en material de grafito. El trabajo que se realiza no es totalmente mecanizado, ya que, en el proceso de cortar y cepillar interviene el operario. Sin embargo, puede evaluarse la posibilidad de sustituir el trabajo manual por un proceso mecanizado, con la finalidad de automatizar el proceso de fabricación.

Las operaciones que se efectúan para llevar a cabo la fabricación de las piezas de grafito, se adecuan con el proceso, y son consideradas como las mínimas y necesarias para lograr el objetivo, por lo que no pueden ser disminuidas ni mucho menos eliminadas.

## ii. Diseño de la parte.

La fabricación del producto requiere de ciertas especificaciones de dimensiones, exactitud de corte y de cepillado. Dentro del proceso productivo del taller, no están plasmados el diseño, ni el desarrollo de nuevos productos, ya que esta actividad corresponde al cliente, que es quién suministra el plano con las medidas y exigencias requeridas. La calidad de la materia utilizada en la elaboración de las piezas de grafito es la mejor.

En el proceso se considera que no debe existir disminución de las operaciones, ya que cada una de ellas son las adecuadas para cumplir con el objetivo planteado.

## iii. Tolerancias y/o especificaciones.

Las tolerancias y especificaciones cumplen un papel muy importante, ya que de esto depende en gran medida que la operación se realice de forma exitosa.

El diseño de la pieza exige medidas estrictas que son establecidas por el cliente (espesor, largo y ancho), de modo que, el trabajo a realizar por el operario se ajusta a lo que el cliente desee. No existe una estandarización en una de las máquinas, ya que el operario gradúa la cepilladora cada vez que le llegue un nuevo pedido.

#### **iv. Proceso de manufactura.**

El proceso de fabricación en su mayoría es manual. El procedimiento para elaborar las piezas de grafito inicia con la llegada del material a las instalaciones en forma de cilindro (grandes dimensiones), luego es cortada con una motosierra para disminuir el tamaño y poder trabajarla, posteriormente se toma uno de esos pedazos y se corta en la sierra cinta, una vez cortada se pasa seguidamente a la canteadora para darle una mejor superficie y el grosor que desea el cliente y por último se realiza un corte en la sierra circular que define la longitud de la barra. Se recomienda estudiar la posibilidad de mecanizar esta operación del proceso con la inversión requerida y detallar los cambios que se pudieran generar por el mismo.

#### **v. Materiales.**

En el proceso se trabaja con grafito de alta densidad, este tipo de material utilizado es el de mejor calidad en el mercado, debido a que es uniforme, es decir, posee las mismas características en todo su estructura. El material en proceso se aprovecha al máximo, los desperdicios son almacenados en un recolector de polvo y empaquetados para ser vendidos, por otra parte si el proceso se detiene el material no se daña. No se puede considerar la opción de cambiar el tipo de grafito utilizado por uno más económico, ya que estos no tienen las mismas propiedades metalográficas.

#### **vi. Manejo de materiales.**

El manejo del material comienza cuando se recibe los cilindros de grafito en una zona cercana al galpón, luego se traslada al área del taller con la utilización de un montacargas, y se colocan en todo el galpón para luego ser cortadas por la motosierra, posteriormente se llevan al área de

almacenamiento. Para reducir este largo traslado cuando se reciben los cilindros de grafito es necesario habilitar una entrada cercana al galpón.

El material realiza trayectos muy largos e innecesarios al momento de realizar las operaciones, lo que resulta un gasto de energía y tiempo, para lo que se recomienda realizar una buena selección del equipo de manejo de materiales.

#### **vii. Preparación y herramental.**

Las herramientas se encuentran dispuestas por todo el taller de forma desordenada, aun sabiendo el operario que el taller cuenta con un estante para el almacenamiento de las mismas y debido a esto se genera pérdida de tiempo al momento de realizar el proceso, se debe motivar al operario a la correcta utilización del estante.

Al comenzar la jornada de trabajo se debe de entregar las herramientas que se van a utilizar, la calidad de las herramientas de medición debe ser óptima y las de corte se deben entregar por duplicado. Una manera de disminuir el tiempo por preparación y herramental es que al finalizar la jornada de trabajo el operario organice el área donde realizó sus actividades, limpie y guarde las herramientas en el lugar destinado para ello.

#### **viii. Condiciones de trabajo.**

En el taller las condiciones ambientales de iluminación, ventilación y temperatura no son las más favorables en cuanto a la iluminación se debe realizar un estudio de mejoramiento adecuado al proceso, para mejorar la temperatura se debe de evaluar la adquisición y ubicación de ventiladores, en lo que corresponde a la ventilación no se puede realizar ninguna acción debido al entorno del taller que está conformado por una

zona urbana, además, esto produciría pérdida de los desperdicios los cuales son reutilizables.

Promover el orden y limpieza para mantener las zonas de trabajo en buenas condiciones, ya que estas se encuentran actualmente en pésimas condiciones. Proporcionar al operario los equipos de protección adecuados y verificar su correcta utilización y organizar un buen programa de primeros auxilios.

#### **ix. Distribución de la planta y equipos.**

La cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L posee una distribución de forma de S diagonal sin señalización correspondiente, lo que impide el libre movimiento dentro del taller. En cuanto a la distribución del almacenaje, es inadecuada tanto de la materia prima, como del producto terminado, sin embargo la misma podría mejorarse de tal manera que el operario no perdiera tanto tiempo en los diferentes traslados.

El recorrido que realiza el material es excesivo se debe de mejorar la ubicación de las estaciones de trabajo específicamente acortar la distancia entre la canteadora y la sierra circular, con el objetivo de acortar las distancias recorridas. Se recomienda rediseñar la distribución del taller buscando linealidad en el proceso siempre y cuando las áreas adyacentes lo permitan.

#### **5.9. Análisis general de la cooperativa.**

Actualmente la cooperativa tiene algunos problemas generados por las condiciones ambientales que afectan los escenarios de trabajo, esto se debe a que algunas áreas no se adaptan a una distribución adecuada-

Igualmente presenta diferentes problemas por diversos factores que de una u otra forma afectan directamente el proceso de producción, sin embargo, todos estos problemas pueden verse en menor escala en comparación con la necesidad de distribuir las posiciones de las máquinas y establecer un lugar para el almacenamiento de los diferentes materiales que se encuentran en un lugar poco favorable para su resguardo, además la materia prima se encuentra juntamente con los desperdicios de otros procesos.

Una vez desarrolladas las herramientas del análisis operacional, se pudo llegar a las siguientes soluciones::

- Para las técnicas del interrogatorio, se pudo destacar que el proceso no es continuo, ya que va a variar de acuerdo a las exigencias del cliente; además que en ella solo trabaja un operario que se encarga de todo, desde recibir el material hasta su transformación en barras.
- El proceso de fabricación de piezas de grafito se lleva a cabo en un lugar cerrado para que el polvo que sale no se expanda en el ambiente y pueda ocasionar una contaminación en el aire.

Con respecto a las preguntas sugeridas por la OIT, se notó lo siguiente:

De acuerdo a la información proporcionada por el operario, la cooperativa no cuenta con un horario de trabajo establecido, sino que el operario entra y sale a la hora que él quiere, además que no hay una supervisión de la parte directiva sobre el proceso que se lleva a cabo y del producto terminado; prácticamente el operario es el dueño de su propio trabajo y los directivos solo están para los negocios.

Cabe destacar que no hay un ambiente de trabajo favorable, pues no se cuenta con un espacio para comer, tomar agua y para colocar los efectos personales del operario; tampoco posee buena iluminación ni sistemas de ventilación, lo que impide que el operario tenga gran desempeño y eficiencia en el trabajo.

Se pudo determinar que el proceso de fabricación de piezas de grafito cuenta con cuatro operaciones que son las mínimas necesarias para cumplir con el objetivo de la cooperativa, por lo que no se pueden eliminar ni reducir, porque afectaría el proceso y el producto terminado y no tendría el mismo acabado y calidad.

El proceso que tiene mayor dificultad al realizarse se da en la cepilladora, y a su vez es de mayor importancia, porque cumple las necesidades del cliente. Es importante resaltar que en la cooperativa se utiliza grafito de alta densidad con características uniformes (físico-químicas), puesto que los otros tipos son blandos y muy porosos. Se debe contar con las herramientas y equipos cerca del área de trabajo para evitar posibles demoras.

En lo que a orden y limpieza se refiere, esta cooperativa no cuenta con ello, puesto que al terminar el proceso se deja todo desordenado, debido a que no hay una inspección que garantice el cumplimiento de las normas de higiene y seguridad.

En función a los enfoques primarios se tiene lo siguiente:

Para la fabricación del producto se requieren ciertas especificaciones en cuanto a las dimensiones, exactitud del corte y de cepillado, ya que de estas operaciones dependerá la calidad del producto, además, se debe

tener en cuenta las exigencias del cliente en cuanto al largo, ancho y el espesor.

Otro aspecto relevante es el aprovechamiento de los residuos y desperdicios de la materia prima que se obtiene durante el proceso, puesto que esto son reutilizables tanto para el mismo proceso como para otro, pero con la misma finalidad, ya que existen empresas que requieren esos residuos para cumplir con sus objetivo.

Es importante resaltar que al momento de realizar las preguntas al operario, éste no contaba con la información requerida, además se encontraba inseguro y no proporcionó la información real y actual del proceso y del lugar de trabajo.

## CAPÍTULO VI: SITUACIÓN PROPUESTA.

Una vez analizada la situación actual y determinadas las fallas por orden de importancia que se presentan durante el proceso de fabricación de piezas de grafito, se diseñó un nuevo método de trabajo que se describe a continuación:

### 6.1. Descripción del nuevo método de trabajo.

La Cooperativa Sphairo Graphite, R.L., se dedica a la fabricación de piezas de grafito, siendo las barras las de mayor demanda por las Empresas Regionales. Para llevar a cabo el proceso, se realizó el seguimiento al operario, desde que recibe la materia prima hasta que culmina con el proceso.

El recorrido que sigue el proceso es en forma de U, permitiéndole al operario que se desplace con mayor comodidad, evitando así la fatiga, para esto se reacomodaron las máquinas; a demás se agregaron almacenes para la materia prima, desperdicios reutilizables y el producto terminado. Se puede notar que el galpón donde se realiza el proceso cuenta con mayor espacio libre y así facilitara la limpieza una vez terminado.

El material con el que se va a trabajar es el grafito y llega en forma de cilindro de 612mm de diámetro y 2000mm de largo, se recibe y se verifica el material, luego se traslada al almacén (13m) para su resguardo temporal; se selecciona la cantidad de grafito a utilizar, esperando 2min por motosierra, se corta en barras cuadradas de la cuales son sacadas 70 barras de 80x80cm ò 80x63.5cm y a su vez sale 300kg de grafito molido.

Luego de ser cortadas se envían a la sierra cinta (2m), donde son medidas y cortadas según las especificaciones del cliente; luego se pasa al área donde está la cepilladora o canteadora (1m), se gradúa

dependiendo del espesor deseado, se cepilla y los desperdicios son almacenados temporalmente en el recolector de polvo, la operación se debe repetir 4 veces verificando la superficie.

Las barras cepilladas se llevan a la sierra circular (1m) para darle el largo adecuado, donde se efectúan dos cortes: superior e inferior respectivamente, verificando la superficie para luego ser almacenadas en cajas según el pedido del cliente y son trasladadas al almacén de producto terminado (7m) en carretilla.

Tomando en cuenta que el comprador es el que se encarga de enviar un transporte para el debido traslado del producto. El proceso tarda 45 min.

## 6.2. Diagrama de proceso propuesto.

**Diagrama:** Proceso.

**Proceso:** Fabricación de Barras de Grafitos.

**Inicio:** Recibe la materia prima.

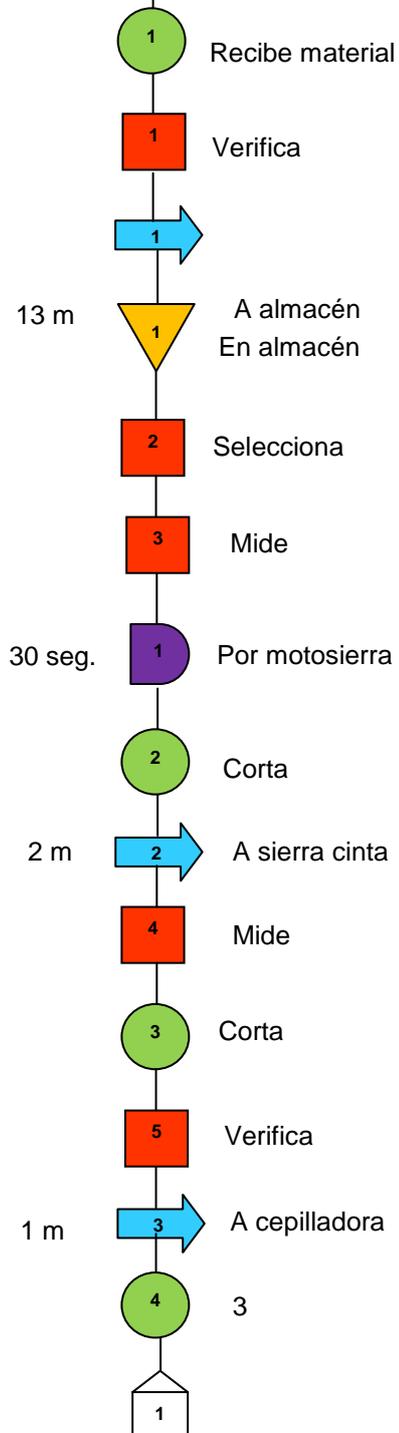
**Fin:** Barras en almacén.

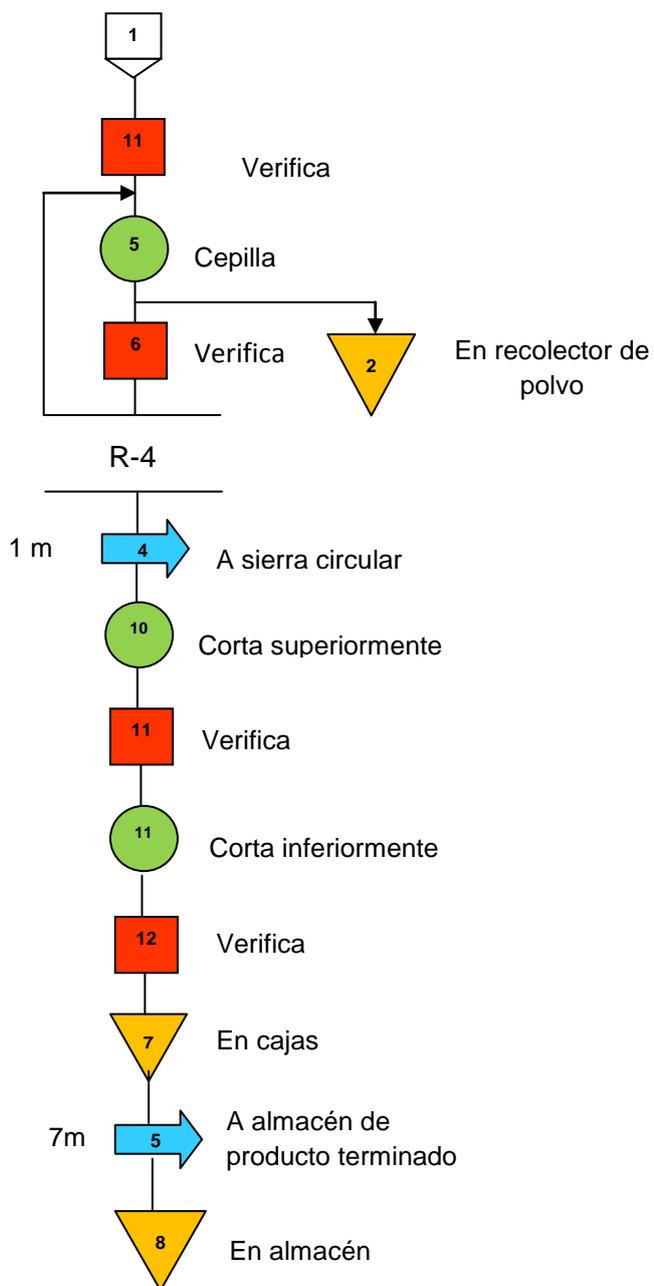
**Método:** Propuesto.

**Fecha:** 01/02/12.

**Seguimiento:** Operario

Grafito Cilíndrico (612mm x 2m)

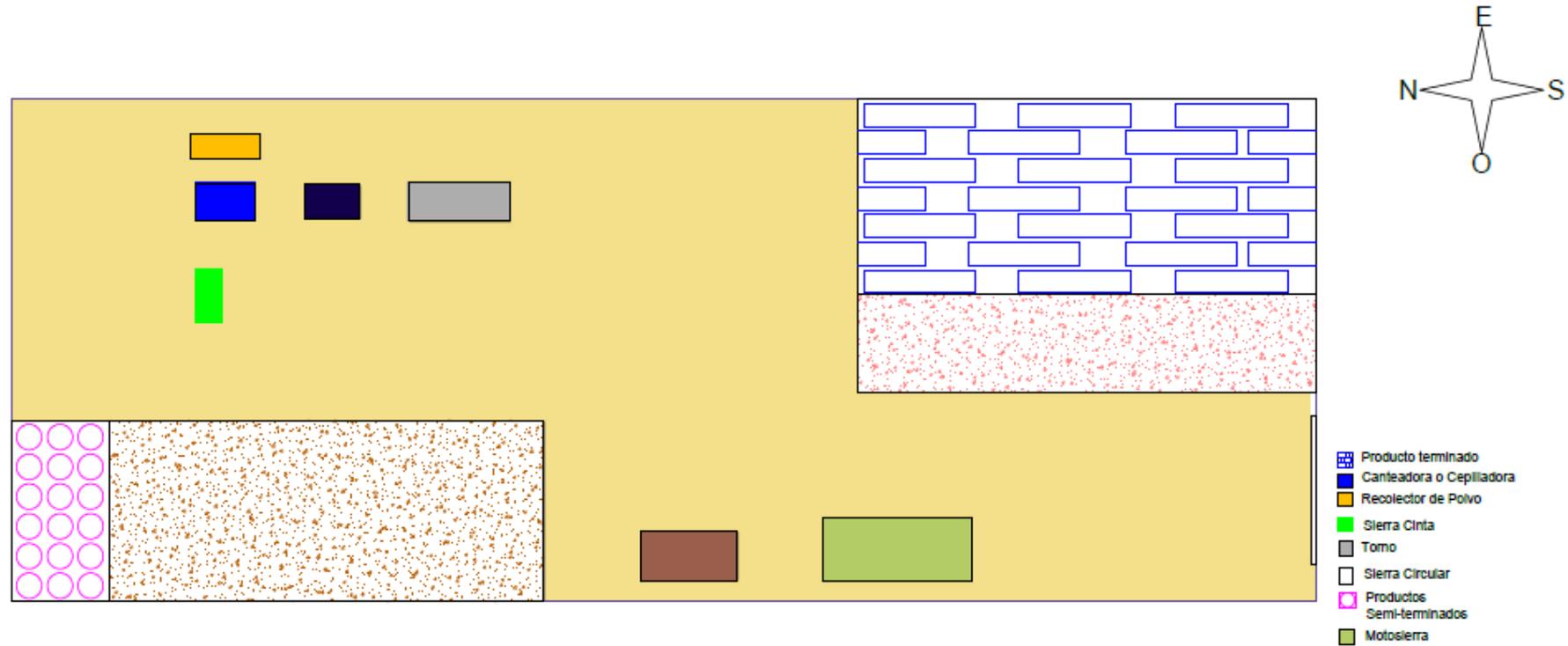




## Resumen:

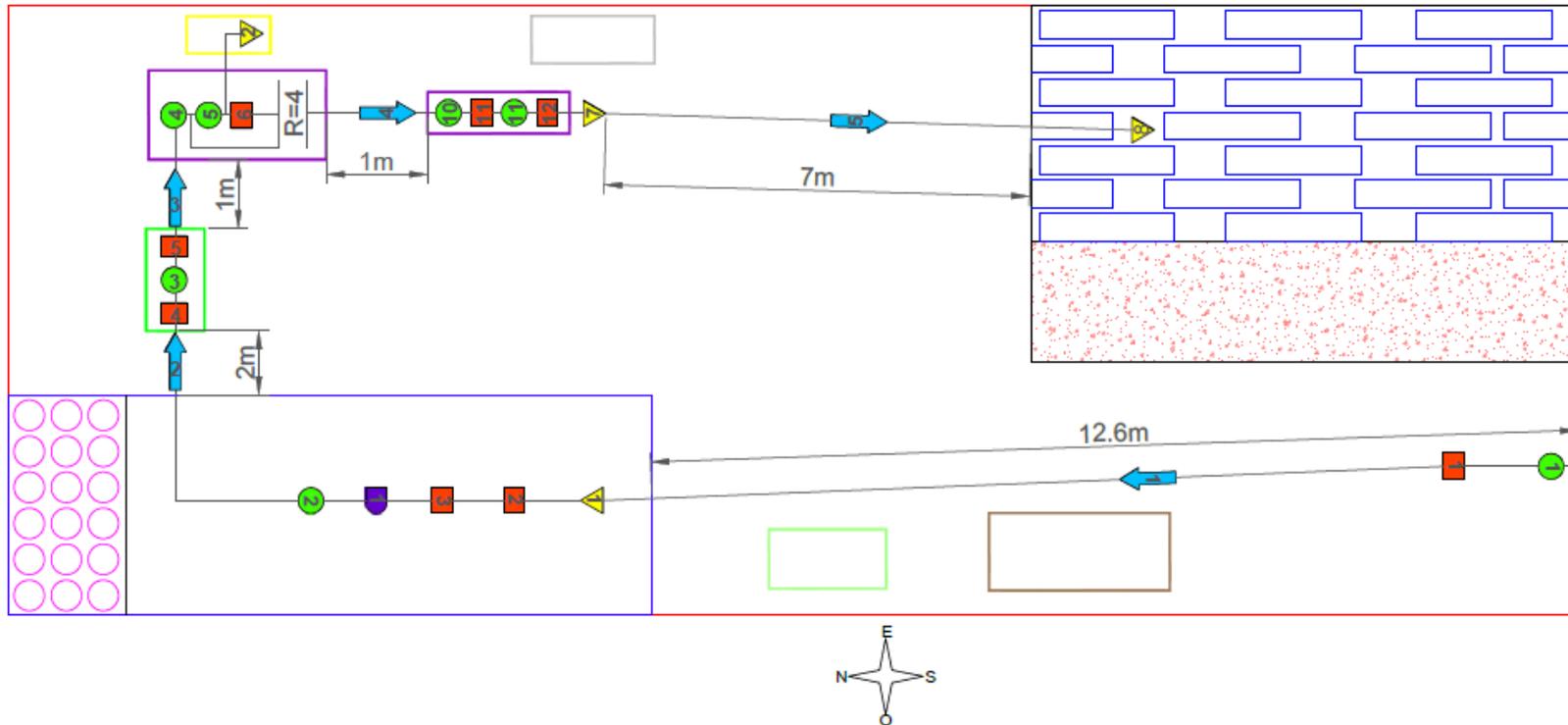
	—	8	
	—	11	
	—	12	
	—	5	(24 m)
	—	1	(30 seg.)
<hr/>			
Total	=	37	

### 6.3. Layout Propuesto de la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L



Titulo: Layout Propuesto de la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L. Escala 9:1

6.4. Diagrama de Flujo/Recorrido del proceso de fabricación de piezas de grafito.



Titulo: Diagrama de Flujo/Recorrido del proceso de fabricación de piezas de grafito de la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L. Escala 9:1

## 6.5. Análisis de los problemas (soluciones).

En el capítulo I fue descrita la problemática que se ha venido presentando en la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L., aplicando las diversas herramientas de análisis a continuación se describen más a fondo los distintos problemas, así como proponer las más óptimas soluciones a las situaciones encontradas:

1. Falta de espacio en el galpón para la realización del proceso, debido a que el área con que se cuenta tiene pequeñas dimensiones, siendo este el de mayor prioridad. Se propuso eliminar maquinarias y equipos que no se utilizaban para contar con mayor disponibilidad del espacio.
2. Existe una mala distribución de las máquinas debido al poco espacio disponible en el galpón. Se planteó hacer una nueva reestructuración de las áreas de trabajo, con la finalidad de disminuir los traslados; por lo que se colocaron las maquinarias en forma de L, para que el operario se pueda desplazar con mayor facilidad y realice el proceso con mayor eficiencia.
3. La cooperativa no cuenta con un almacén para la materia prima, desperdicios y producto terminado, por lo que se coloca al final del galpón, siendo este un factor externo que interrumpe el proceso al momento del paso. Se acondiciono un área para los materiales, una al lado derecha de la entrada para el producto terminado y la otra en la parte posterior del galpón para la materia prima y desperdicios reutilizables.

4. Existe una sola entrada y salida (carga y descarga), por lo que se produce una espera al recibir y entregar un pedido, como no se puede ampliar la puerta se deben colocar señalizaciones para la entrada y salida en el galpón, alcanzando una mejor organización.
5. En el sitio de trabajo es necesario contar con un recolector de polvo industrial que esté conectado a cada una de las máquinas con las que se va a trabajar, para evitar exceso de polvo en el aire.
6. La iluminación es deficiente, ya que las bombillas que se encuentran están quemadas, debido a la falta de mantenimiento. Se propone que se realice un estudio a la distribución de las bombillas para determinar la cantidad necesaria, hacer un mantenimiento correctivo de las bombillas para verificar que se encuentren en buenas condiciones y en el mejor de los casos cambiarlas en un periodo determinado.
7. Mejorar las condiciones de trabajo para que el operario tenga un mejor desempeño y rendimiento a la hora de realizar el proceso de producción y así tenga una mayor eficiencia.
8. Estudiar la posibilidad de invertir en una persona que se encargue de supervisar el cumplimiento de las actividades; además del buen uso de los instrumentos de seguridad para evitar un accidente.
9. En el galpón no se mantiene el orden ni la limpieza adecuada, ya que cada vez que se termina una actividad no limpian las maquinas, ni los desperdicios que caen en el suelo. Realizar programas continuos de limpieza del área de trabajo.

## CAPÍTULO VII: ESTUDIO DE TIEMPOS.

### 7.1. Tiempo estándar.

#### 7.1.1. Elementos que intervienen en el proceso productivo.

El proceso de fabricación de barras de grafito está conformado por tres actividades fundamentales, las cuales se dividen en las siguientes estaciones:

- **E-1: Operación de corte en sierra cinta.**
  - Busca materia prima en alguna zona de la instalación y la coloca cerca del área.
  - Sube grafito a la sierra cinta.
  - Mide.
  - Verifica que el grafito este en la posición correcta.
  - Corta.
  - Coloca en un lote.
  
- **E-2: Operación de cepillado en canteadora.**
  - Gradúa la máquina hasta un espesor determinado.
  - Pasa barra por canteadora (cepilla).
  
- **E-3: Operación de corte en sierra circular.**
  - Mide.
  - Corta.

Para efecto del estudio de tiempo con respecto al cálculo de tiempo estándar se seleccionó la estación **E-1**(operación de cortado en la sierra cinta).

### 7.1.2. Determinación del número de observaciones.

Para realizar el registro del tiempo de ejecución del proceso de la estación **E-1 Operación de corte en sierra cinta** de la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L., se tomó una muestra de 10 observaciones ( $n = 10$ ). El método empleado para ello, fue el *cronometraje* y éste se realizó considerando la aplicación de las características del *cronometraje por observación continua*.

Todos los datos obtenidos se pueden visualizar en la siguiente tabla:

Ciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E-1	2.12	1.99	2.11	2.83	2.29	2.23	2.78	2.23	2.8	2.04
C. Cont.	2.12	4.11	6.22	9.05	11.34	13.57	16.35	18.58	21.38	23.42

Una vez tomado los tiempos se vacían en siguiente formato:

ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE													
DEPTO:		SECCIÓN:										ESTUDIO núm.: _____	
OPERACIÓN: <u>Corte</u>		Estudio de Métodos núm.: <u>1</u>										HOJA núm.: <u>1/1</u>	
INSTALACIÓN/MÁQUINA: <u>Sierra cinta</u>		Núm.: <u>1</u>										TERMINO: _____	
HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: _____												COMIENZO: _____	
PRODUCTO/PIEZA: _____		Núm.: _____										TIEMPO TRANSC.: _____	
PLANO Núm.: _____		MATERIAL: _____										OPERARIO: <u>1</u>	
CALIDAD: _____		CONDICIONES DE TRABAJO: _____										FICHA: _____	
NOTA: Dibuje plano del taller al dorso												OBSERVADO POR: <u>Juan C.</u>	
												FECHA: <u>16/02/2012</u>	
												COMPROBADO: _____	
ELEMENTO		Tiempo observado (Ciclos)											T (s)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ΣT	
Corta en sierra cinta	T	2.12	1.99	2.11	2.83	2.29	2.23	2.78	2.23	2.8	2.04	23.42	2.342
	T	2.12	4.11	6.22	9.05	11.34	13.57	16.35	18.58	21.38	23.42	126.14	12.61

Además de estos datos, se tiene que la jornada de trabajo es de 8hr (8:00 am – 4:00 pm). El tiempo por charlas de seguridad es de 20 min y para almuerzo es de 30min. La empresa tiene un tiempo para las necesidades personales de 30 min.

Datos:

- ✓ Jornada de trabajo (continua)
- ✓ 8hr = 480 min
- ✓ Almuerzo: 30 min
- ✓ NP: 30 min
- ✓ Charlas de seguridad: 20 min
- ✓ n = 10

### 7.1.3. Cálculo de tiempo estándar.

#### 7.1.3.1. Determinación estadística del tamaño de la muestra.

➤ Definir el coeficiente de confianza

$$C = 95\%$$

➤ Definir el intervalo de confianza

$$LC = I = X \pm \frac{t_c * S}{\sqrt{n}}$$

Para determinar este intervalo se deben calcular previamente  $t_c$ ,  $X$ ,  $S$ :

- Para el cálculo de la  $t$  de Student, se busca en la tabla (véase anexo 1):

$$t_{\alpha, v}: \quad c = 1 - \alpha = 95\%$$

$$\alpha = 0,05$$

$$v = n - 1 = 9$$

$$t_c = 1.833$$

De la tabla se obtiene que  $t_{\alpha} = 1,833$

- Cálculo de la desviación estándar:

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

$$S = 0.33095$$

- Cálculo del tiempo promedio seleccionado (T.P.S):

$$TPS = \frac{\sum T_i}{n}$$

$$T.P.S = X = 2.342 \text{ min:}$$

➤ **Cálculo del intervalo de confianza**

Se trabajará con el límite superior para garantizar la confiabilidad.

$$I = 2.342 + \frac{1.833 * 0.33095}{\sqrt{10}}$$

$$I_s = 2.53383 \text{ min}$$

$$I_l = 2.15016 \text{ min}$$



$$\text{Ahora } I = I_s - I_l = 2.53383 \text{ min} - 2.15016 \text{ min} = 0.38367 \text{ min}$$

➤ **Cálculo del intervalo de la muestra**

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

$$I_m = \frac{2 * 1.833 * 0.33095}{\sqrt{10}} = 0.38366 \text{ min}$$

➤ **Comparar  $I_m$  con  $I$**

$$I_m < I$$

$$0.38366 < 0.38367$$

Como  $I_m < I$  entonces se acepta la muestra con  $n=10$  tomada inicialmente, portanto no es necesario tomar muestras adicionales, ya que garantiza la confiabilidad de  $C$ .

**7.1.3.2. Cálculo del tiempo estándar de la operación**

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

$$TPS = X = 2.342 \text{ min}$$

Este valor corresponde al tiempo promedio que tarda la actividad de sierra cinta considerando que se tomaron 10muestras.

➤ **Cálculo del  $c_v$  (Coeficiente de velocidad del operario).**

De acuerdo con las observaciones realizadas al operario mientras desempeñaba sus labores y la utilización del método Westinghouse se obtuvieron los siguientes resultados en cuanto a: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia (ver anexo 2) y a través de ello determinar la calificación de la velocidad con que trabaja el operario.

$$c_v = 1 \pm c$$

La habilidad se estableció como excelente, debido a la destreza al momento de la manipulación del material, así como también la facilidad con que utiliza las herramientas de medición y las máquinas de trabajo.

El esfuerzo fue catalogado como excelente, ya que al momento de realizar la operación demostró gran voluntad por lograr su objetivo con un buen resultado.

La consistencia se consideró como buena, debido a que, se observó que se realizan las actividades con cierto grado de repetitividad.

Las condiciones de trabajo son deficientes, puesto que, el operario lleva a cabo sus actividades dentro de un ambiente inaceptable en cuanto a temperatura, ventilación, ruido e iluminación.

Factor	Clase	Categoría	Porcentaje
Habilidad	Excelente	B1	+0.11
Esfuerzo	Excelente	B2	+0.08
Condiciones	Deficientes	F	- 0.07
Consistencia	Buena	C	+0.01
<b>Total</b>			<b>c = +0.13</b>

$$C_V = 1 \pm C$$

$$C_V = 1 + 0.13 = 1.13$$

El valor de 1.13 significa que el operario presenta un 13 % de eficiencia por encima del promedio, lo que es atribuido principalmente a la habilidad y el esfuerzo, ya que el operario tiene gran experiencia y conocimiento sobre el proceso.

➤ **Cálculo del  $T_N$**

$$T_N = TPS * C_V$$

$$TPS = 2.342 \text{ min}$$

$$T_N = 2.342 \text{ min} * 1.13 = 2.64646 \text{ min}$$

El valor obtenido anteriormente, indica el tiempo que requiere el operario para realizar sus operaciones cuando trabaja a una velocidad estándar y sin ninguna demora, ya sea por razones personales o circunstancias inevitables.

➤ **Cálculo de las tolerancias**

Para realizar el cálculo de las tolerancias concedidas por fatiga, se utilizó el método sistemático (ver anexos 3 - 8). A continuación se presenta el diagnóstico realizado:

a) **Condiciones de Trabajo**

Dentro de las Condiciones de trabajo, se consideró:

- La Temperatura de Grado 4, debido a que la temperatura del área de trabajo es de 36 °C

- .Las Condiciones Ambientales como Grado 3, ya que donde se realiza el proceso es un ambiente pequeño y cerrado con excesivo polvo en el ambiente.
- La Humedad se tomó como Grado 2, puesto que el lugar es de ambiente seco.
- El Nivel de Ruido se consideró como Grado 2, ya que, el ambiente de trabajo es poco ruidoso lo que permite que el trabajo sea tranquilo.
- El Nivel de iluminación es de Grado 3, puesto que el galpón no cuenta con una iluminación adecuada y además requerida para realizar el proceso.

#### b) Repetitividad y Esfuerzo Aplicado.

- La Duración del trabajo se consideró de Grado 2 puesto que, la operación seleccionada para el estudio (sierra cinta) dura menos de 15 minutos.
- En la Repetición del Ciclo se considero de Grado 1, ya que el operario puede programar su propio trabajo y las operaciones no son necesariamente de realización diaria.
- El Esfuerzo Físico es de grado 4, debido a que el operario debe ejercer una fuerza de 150 kg al tener que levantar un material.
- El Esfuerzo Mental o Visual se considero de Grado 3, ya que, la atención debe ser continua por razones de seguridad, además del polvo que emite el grafito que requiere de un esfuerzo visual.

c) Posición de Trabajo: Parado, Sentado, Moviéndose, Altura de Trabajo.

- En la Posición de Trabajo se considero el Grado 3, puesto que el operario debe agacharse para tomar el material y además requiere de extensión de brazos constantemente para levantar el material.

Una vez definido el grado que pertenece cada factor de fatiga, se define los puntos que pertenece.

Condiciones	Grado	Puntos
Temperatura	4	40
Condiciones ambientales	3	20
Humedad	2	10
Nivel de ruido	2	10
Iluminación	3	15
Duración del trabajo	2	40
Repetición del ciclo	1	20
Esfuerzo físico	4	80
Esfuerzo mental	3	30
Posición de trabajo	3	30
<b>Total</b>		<b>295</b>

Las sumatoria de las tolerancias dan como resultado 295 puntos. Por tabla de concesiones por fatiga, el límite de clase va hacer igual a 290-296, cuya clase es E1 y él %concesiones=21%. (Ver anexo: 9. Tabla de Concesiones). La jornada de Trabajo es de 8 horas (480 min), por tanto serán 83 minutos por fatiga.

A continuación se presenta la información antes señalada, en el formato correspondiente (ver página siguiente).

	<b>HOJA DE CONCESIONES</b>		NUMERO	II - 001
			VIGENCIA	
			FECHA	22/02/2012
CODIGO DE CARGO: N/A	CONCESIONES: Por fatiga	FECHA	<input checked="" type="checkbox"/> EFECTIVA <input type="checkbox"/> REEMPLAZADA	
ÁREA: Producción	GERENCIA O DIVISIÓN: Recursos humanos	PREPARADO POR:	Equipo	
PROYECTO: N/A	DEPARTAMENTO O SECCIÓN: N/A	REVISADO POR:	Iván Turmero	
PROCESO: Fabricación de piezas de grafito.	TÍTULO DEL CARGO: Operador	APROBADO POR:	Iván Turmero	
<b>PUNTOS POR GRADO DE FACTORES</b>				
<b>FACTORES DE FATIGA</b>	<b>1er.</b>	<b>2do.</b>	<b>3er.</b>	<b>4to.</b>
<b>CONDICIONES DE TRABAJO:</b>				
1 TEMPERATURA	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	20 <input checked="" type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
3 HUMEDAD	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	15 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
4 NIVEL DE RUIDO	5 <input type="checkbox"/>	10 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input type="checkbox"/>
5 LUZ	5 <input type="checkbox"/>	10 <input type="checkbox"/>	15 <input checked="" type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>
<b>REPETITIVIDAD:</b>				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20 <input type="checkbox"/>	40 <input checked="" type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input type="checkbox"/>
8 DEMANDA FÍSICA	20 <input type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>	60 <input type="checkbox"/>	80 <input checked="" type="checkbox"/>
9 DEMANDA MENTAL O VISUAL	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	50 <input type="checkbox"/>
<b>POSICIÓN:</b>				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO ALTURA DE TRABAJO	10 <input type="checkbox"/>	20 <input type="checkbox"/>	30 <input checked="" type="checkbox"/>	40 <input type="checkbox"/>
TOTAL PUNTOS: <u>295</u>				
CONCESIONES POR FATIGA: <u>83</u> (MINUTOS)				
<b>OTRAS CONCESIONES (MINUTOS)</b>				
TIEMPO PERSONAL: <u>30</u>				
DEMORAS INEVITABLES: <u>50</u>				
TOTAL CONCESIONES: <u>163</u>				
NOTA: SENALAR CON UNA <input checked="" type="checkbox"/> LA PUNTUACION CORRESPONDIENTE				

➤ **Cálculo de la jornada efectiva de trabajo**

$$JET = JT - \left[ \sum Tol\ fijas \right]$$

$$JET = 480 - [30 + 20]$$

$$JET = 430$$

Normalizando:

$$\begin{array}{ccc} JET - (Fatiga + NP) & \longrightarrow & Fatiga + NP \\ TN & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 430 - (83 + 30) & \longrightarrow & (83 + 30) \\ 2.64646 & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 317 & \longrightarrow & 113 \\ 2.64646 & \longrightarrow & x \end{array}$$

$$x = 0.94337 \text{ min}$$

$$\text{Tolerancia : } 0.94337 \text{ min}$$

➤ **Calculo del tiempo estándar.**

$$T.E = TPS * C_v + \sum Tol$$

$$TE = 2.64646 \text{ min} + 0.94337 \text{ min}$$

$$TE = 3,58983 \text{ min}$$

Finalmente el tiempo estándar que emplea el operario para realizar la actividad de sierra cinta es de 3.58983 min, considerando las tolerancias que se presentar por concepto de fatiga. El tiempo estimado para

tolerancias por concepto de necesidades personales no están estipuladas por la empresa, sin embargo, en la realidad éste tiene cierto grado de incidencia en los resultados del tiempo empleado para la reparación, es por ello que se recomienda que la empresa tome esto en cuenta y lo establezca para que el resultado del estudio tenga mayor precisión.

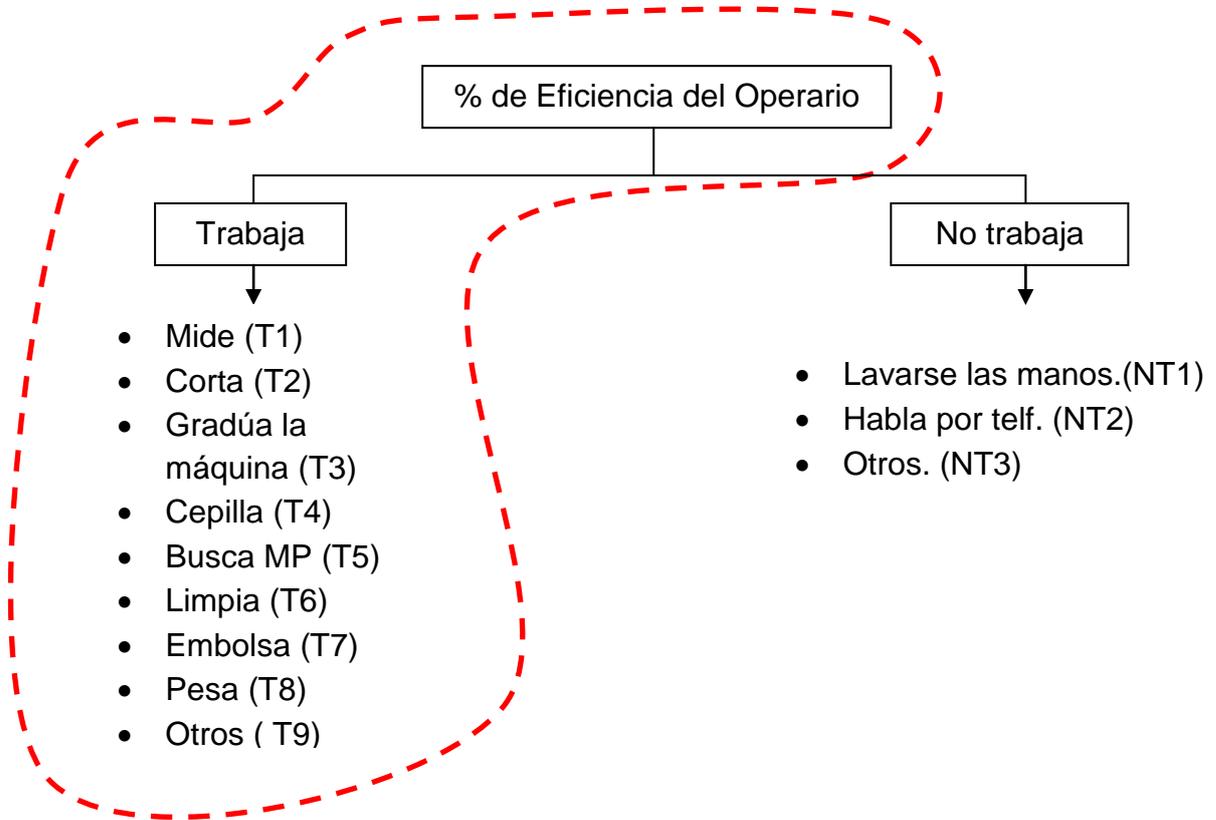
## **7.2. Muestreo del trabajo.**

Para realizar el estudio de muestreo, se realizarán observaciones de las actividades que desempeña el operario, en este caso el encargado del área de fabricación, el cual puede desempeñar las siguientes actividades: (Recepción de materia prima, fabricación de piezas, mantenimiento del área de trabajo y otras actividades relacionadas al proceso).

### **7.2.1. Definición del objetivo.**

El objetivo de la operación de muestreo fue determinar el porcentaje (%) de eficiencia que presenta el operario, en la fabricación de piezas de grafito de la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L.

### 7.2.2. Identificación de elementos.



### 7.2.3. Definición de parámetros.

NC = 95%  
 S = 5%  K = 1.96

### 7.2.4. Diseño del estudio.

Las horas en las cuales se realizará el estudio serán obtenidas a través de los números aleatorios generados mediante un programa online. Estos números permitirán determinar el momento en que se debe hacer una observación, el cual se establece mediante el método de la tabla de números aleatorios, donde los tres últimos números correspondiente a la centésima representa la hora, y los siguientes representan los minutos. Éste estudio se realizará durante cinco días; se debe tomar en cuenta que

las horas de observación serán las mismas para todos los días, aunque no es lo más recomendable, pero la versatilidad del método lo permite.

Se debe tomar en cuenta que estos números deben cumplir con la siguiente condición: que estén contenidos dentro de la Jornada de Trabajo (8:00am a 4:00pm).

➤ **Números aleatorios**

0.647605	0.139072	0.091888	0.195280
0.105656	0.371939	0.054681	0.395371
0.048001	0.928201	0.141351	0.885775
0.983129	0.921069	0.396454	0.629549
0.455539	0.328820	0.386575	0.374644
0.669587	0.063037	0.906464	0.997723
0.172701	0.149153	0.918772	0.370978
0.356293	0.356293	0.00836	0.493107
0.140265	0.552987	0.051856	0.893602
0.155038	0.629648	0.288386	0.967703

0.526571	0.799743	0.283429	0.077883	0.697786	0.612802
0.616230	0.073874	0.509151	0.094667	0.696254	0.875374
0.669969	0.245901	0.684356	0.329938	0.734687	0.061727
0.807140	0.905539	0.926142	0.686134	0.475465	0.513861
0.091408	0.218486	0.905211	0.112346	0.125887	0.704416
0.113965	0.411705	0.312557	0.058628	0.000986	0.577169
0.097183	0.781355	0.951098	0.603620	0.745082	0.999887
0.079701	0.486145	0.780777	0.555743	0.781355	0.612304
0.515803	0.723317	0.116868	0.226977	0.339319	0.594264
0.704416	0.641535	0.336590	0.496495	0.946656	0.622875

Los números aleatorios seleccionados para determinar las horas de las observaciones fueron los siguientes:

<b>Nº Aleatorio</b>	<b>Hora</b>
0.455539	<b>10:32am</b>
0.629549	<b>11:32am</b>
0.684356	<b>12:21pm</b>
0.807140	<b>1:08pm</b>
0.780777	<b>1:46pm</b>
0.928201	<b>2:12pm</b>
0.905539	<b>2:32pm</b>
0.999887	<b>2:53pm</b>
0.905211	<b>3:12pm</b>
0.946656	<b>3:39pm</b>

Una vez seleccionados los números aleatorios que cumplen con las condiciones establecidas, se procedió a recolectar la información referente a las actividades realizadas por el operario de la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L. La información obtenida se presenta a continuación, ordenada según los días y las horas tomadas para el estudio:

MUESTREO DE TRABAJO		PROCESO: Porcentaje de eficiencia del operario.							Fecha: 25/02/2012			
		Realizado por: Marlene Márquez, Yusleidi Villarroel, Juan Chancellor, Rosmary Rodríguez, Yohanis Anduz							Hoja: 1/5	Día: 1		
Hora	TRABAJA									NO TRABAJA		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	NT1	NT2	NT3
10:32 AM				X								
11:32 AM		X										
12:21 PM											X	
1:08 PM												X
1:46 PM			X									
2:12 PM		X										
2:32 PM	X											
2:53 PM												X
3:12 PM					X							
3:39 PM		X										
<b>Total</b>	1	3	1	1	1						1	2

Observaciones: Se observa que el operario se encontraba trabajando la mayoría de las veces que fue observado, resultando que la actividad que más realizó fue la de corte.

MUESTREO DE TRABAJO		PROCESO: Porcentaje de eficiencia del operario.								Fecha: 25/02/2012		
		Realizado por: Marlene Márquez, Yusleidi Villarroel, Juan Chancellor, Rosmary Rodríguez, Yohanis Anduz								Hoja: 2/5		Día: 2
Hora	TRABAJA									NO TRABAJA		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	NT1	NT2	NT3
10:32 AM						X						
11:32 AM										X		
12:21 PM											X	
1:08 PM							X					
1:46 PM								X				
2:12 PM							X					
2:32 PM									X			
2:53 PM						X						
3:12 PM						X						
3:39 PM									X			
<b>Total</b>						3	2	1	2	1	1	

Observaciones: Se observa que el operario se encontraba realizando mantenimiento al galpón.

 <span style="font-size: 24pt; font-weight: bold; color: black;">Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L.</span>												
MUESTREO DE TRABAJO	PROCESO: Porcentaje de eficiencia del operario.									Fecha: 25/02/2012		
	Realizado por: Marlene Márquez, Yusleidi Villarroel, Juan Chancellor, Rosmary Rodríguez, Yohanis Anduz									Hoja: 3/5	Día: 3	
Hora	TRABAJA									NO TRABAJA		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	NT1	NT2	NT3
10:32 AM										X		
11:32 AM		X										
12:21 PM												X
1:08 PM		X										
1:46 PM	X											
2:12 PM					X							
2:32 PM		X										
2:53 PM		X										
3:12 PM	X											
3:39 PM		X										
<b>Total</b>	<b>2</b>	<b>5</b>			<b>1</b>					<b>1</b>		<b>1</b>

**Observaciones:** El operario detuvo la actividad que estaba realizando para atender una llamada

 <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #e0f0ff;"> <h2 style="margin: 0;">Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L.</h2> </div>												
MUESTREO DE TRABAJO	PROCESO: Porcentaje de eficiencia del operario.									Fecha: 25/02/2012		
	Realizado por: Marlene Márquez, Yusleidi Villarroel, Juan Chancellor, Rosmary Rodríguez, Yohanis Anduz									Hoja: 4/5	Día: 4	
Hora	TRABAJA									NO TRABAJA		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	NT1	NT2	NT3
10:32 AM					X							
11:32 AM	X											
12:21 PM											X	
1:08 PM										X		
1:46 PM	X											
2:12 PM		X										
2:32 PM	X											
2:53 PM		X										
3:12 PM												X
3:39 PM										X		
<b>Total</b>	3	2			1					2	1	1

Observaciones: El operario estaba realizando actividades relacionadas con el proceso de corte. Se nota que el operario estuvo en varias oportunidades sin trabajar,



## Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L.

MUESTREO DE TRABAJO	PROCESO: Porcentaje de eficiencia del operario.									Fecha: 25/02/2012		
	Realizado por: Marlene Márquez, Yusleidi Villarroel, Juan Chancellor, Rosmary Rodríguez, Yohanis Anduz									Hoja: 5/5	Día: 5	
Hora	TRABAJA									NO TRABAJA		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	NT1	NT2	NT3
10:32 AM						X						
11:32 AM						X						
12:21 PM											X	
1:08 PM										X		
1:46 PM									X			
2:12 PM									X			
2:32 PM							X					
2:53 PM							X					
3:12 PM								X				
3:39 PM										X		
<b>Total</b>						2	2	1	2	2	1	

Observaciones: Se observó que el operario estaba realizando sus actividades relacionadas con el mantenimiento del galpón

### Tabla de Observaciones Totales

Día	Trabaja									No trabaja		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	NT1	NT2	NT3
1	1	3	1	1	1	0	0	0	0	0	1	2
2	0	0	0	0	0	3	2	1	2	1	1	0
3	2	5	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
4	3	2	0	0	1	0	0	0	0	2	1	1
5	0	0	0	0	0	2	2	1	2	2	1	0
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

De la tabla siguiente se puede observar el comportamiento del operario en los cinco días de estudio, en el cual se observa que se mantiene en su mayoría activo, cumpliendo con sus compromisos laborales, tomando tiempo también para necesidades personales. Se puede destacar que el primer y tercer día estuvo en su mayoría ocupado, y el segundo y quinto día tuvo oportunidades de no trabajar.

#### 7.2.5. Observaciones preliminares.

- Días de estudio: Cinco (5) días.
- Observaciones diarias: 10 observaciones.

$$\bar{p} = \frac{N^{\circ} \text{ veces trabajando}}{N^{\circ} \text{ observaciones totales}}$$

Sustituyendo:

$$\bar{p} = \frac{36}{50} = 0.72 \quad \bar{p} = 72\%$$

Este valor nos indica que existe la probabilidad de que el 72% de las veces que se observe al operario este se encuentre realizando sus actividades.

#### 7.2.6. Determinación del S'.

$$S' = K \sqrt{\frac{1 - \bar{p}}{\bar{p} * N}}$$

Sustituyendo:

$$S' = (1.96) \sqrt{\frac{1 - 0.72}{(0.72) * (50)}} = 0.17285 = 17.285\%$$

Se tiene pues que  $S' > S$ ,  
 $17.285\% > 5\%$

Por lo tanto se puede concluir que la exactitud total calculada es mayor a la exactitud ó precisión deseada, lo que indica que los días de estudio seleccionados para el muestreo de trabajo (cinco días) no fueron suficientes para determinar el porcentaje de eficiencia, lo que es necesario re calcular el tamaño de la muestra para determinar el número de muestras que son necesarias para satisfacer esta condición.

#### 7.2.7. Cálculo de N (Re cálculo).

$$N = \frac{K^2(1 - \bar{p})}{S^2 * \bar{p}}$$

$$N = \frac{(1.96)^2(1 - 0.72)}{(0.05)^2 * (0.72)} = 597.58 \approx 598 \text{ observaciones totales}$$

Por lo que,

598 – 50 = 548 observaciones adicionales.

De acuerdo a las observaciones adicionales se determinan los días a los que corresponden para el estudio.

1 día  $\longrightarrow$  10 observaciones

X  $\longrightarrow$  548 observaciones

$$X = \frac{548}{10} = 54,8 \text{ días} \approx 55 \text{ días.}$$

Esto indica que se deben realizar 548 observaciones adicionales que representan 55 días más de estudio, para poder tener mayor consistencia en los resultados y el estudio sea más preciso.

Es importante resaltar que el número de observaciones totales es elevado, debido a que no se tomaron suficientes observaciones diarias.

### 7.2.8. Cálculos de los límites de control.

$$LC = \bar{p} \pm K \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

Sustituyendo:

$$LC = 0.72 \pm 1.96 \sqrt{\frac{0.72(1-0.72)}{10}}$$

$$LCS = 0.99829$$

$$LCI = 0.44170$$

$$LC = \bar{p} = 0.72$$

A continuación, se muestran las probabilidades de ocurrencia por día de estudio:

- Día 1:

$$P_1 = \frac{7}{10} = 0.7$$

- Día 2:

$$P_2 = \frac{8}{10} = 0.8$$

- Día 3:

$$P_3 = \frac{8}{10} = 0.8$$

- Día 4:

$$P_4 = \frac{6}{10} = 0.6$$

- Día 5:

$$P_5 = \frac{7}{10} = 0.7$$

### 7.2.9. Gráfico de control.

Una vez calculados los límites de control y las probabilidades de ocurrencia de los eventos se procede a realizar el gráfico de control correspondiente.



De acuerdo con el gráfico, se observa que éste se encuentra bajo control, ya que todos los puntos están ubicados dentro de los límites superior e inferior. Cabe resaltar que hay una mayor eficiencia por parte del operario que se mantiene en los días 2 y 3, ya que en estos se encuentran los puntos máximos de la gráfica, lo que refleja que existe la mayor probabilidad de encontrar al trabajador cumpliendo sus tareas.

Otro aspecto que se puede considerar es que el operario después de tener un excelente desempeño el día 3, no cumple con todas las tareas o no se esmera de la misma manera que el día anterior y esto puede atribuirse a que ésta observación se realizó en los últimos días de la semana laboral, y que el operario tomado como muestra estuvo ausente en su puesto de trabajo en las últimas horas del día 5.

#### 7.2.10. Diagrama de Pareto.

Como complemento del estudio se realizó el diagrama de Pareto correspondiente a la situación presentada para la eficiencia del operario, para ello es necesario contar con los siguientes datos: Ocurrencia de los eventos cada día y el porcentaje que este representa del total.

Datos de las actividades realizadas por el operario:

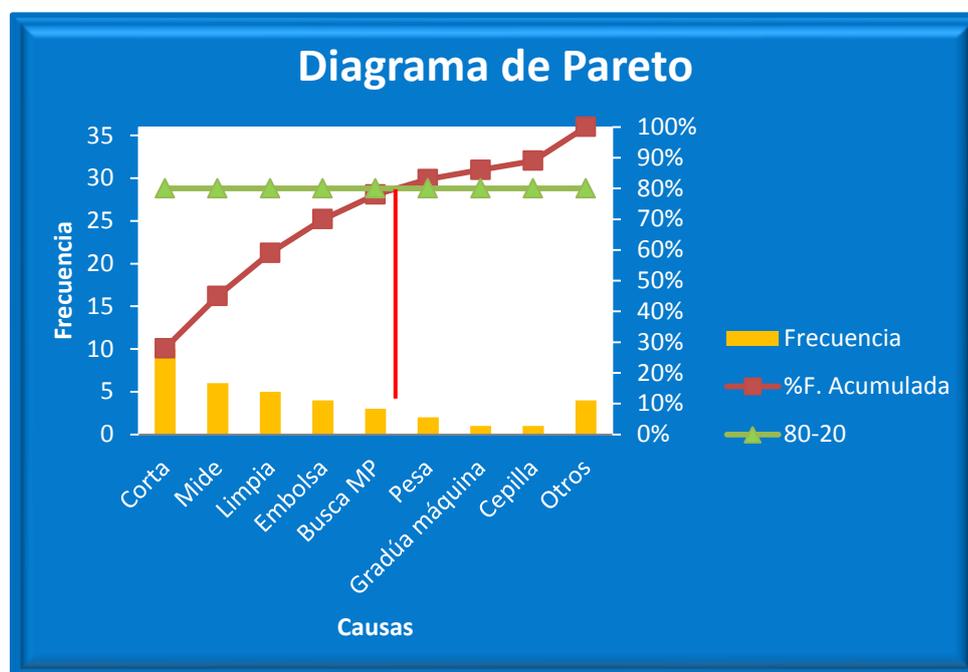
Causas	Frecuencia
Mide	6
Corta	10
Gradúa máquina	1
Cepilla	1
Busca MP	3
Limpia	5
Embolsa	4
Pesa	2
Otros	4

Tabla de datos para el diagrama de Pareto

Causas	Frecuencia	F. Acumulada	%Frecuencia	%F. Acumulada
Corta	10	10	28%	28%
Mide	6	16	17%	45%
Limpia	5	21	14%	59%
Embolsa	4	25	11%	70%
Busca MP	3	28	8%	78%
Pesa	2	30	5%	83%
Gradúa máquina	1	31	3%	86%
Cepilla	1	32	3%	89%
Otros	4	36	11%	1001%
<b>Total</b>	<b>36</b>			

Una vez calculado los porcentajes con relación a la frecuencia de ocurrencia de los eventos se procede a realizar el diagrama de Pareto

correspondiente, y de esta manera determinar las causas que tienen mayor incidencia en la eficiencia del operario.



Del gráfico se evidencia, que las actividades que tienen mayor influencia (80%) en la eficiencia del operario en la Cooperativa SPHAIRO GRAPHITE, R.L., son la de corte, medida, limpieza del galpón, embolsa y buscar materia prima.

Es necesario destacar que la maquina no se gradúa constantemente debido a que a diario se hace un proceso diferente, lo que indica que esos días que se realizó el muestreo no se ejecuto la operación de cepillado, sino nada mas el primer día.

Finalmente, es recomendable, que la empresa evalúe las causas que representan el 20 %, ya que estas son las que generan la ineficiencia del operario, y que distribuya de manera uniforme el desarrollo de las otras actividades, por lo que se recomienda que estas actividades de pesado y



## CONCLUSIONES.

El proyecto de ingeniería de métodos, permitió poner en práctica todas aquellas herramientas correspondientes al estudio de movimientos, estudio de tiempos y muestreo del trabajo, aplicadas en la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L. y a su vez cumplir con los objetivos propuestos. Dicho estudio, se realizó con la finalidad de describir el proceso de fabricación de piezas de grafito, lo que permitió evidenciar las fallas presentes en dicho proceso, brindándose de esta forma las propuestas claves y sencillas a la Cooperativa.

Las fallas más relevantes observadas durante el desarrollo del estudio, se atribuyeron a la falta de espacio que conlleva a la mala distribución de las maquinarias que intervienen en el proceso de fabricación, por lo que la propuesta más significativa la constituyó, la redistribución de las maquinarias, así como la compra de un recolector de polvo industrial y de un montacarga lográndose de esta forma, un proceso más rápido y eficaz. Dicha distribución, implica la disposición de un área más amplia, que permita el libre tránsito de los operarios y el desarrollo óptimo de las actividades.

Todo esto nos permitió desarrollar habilidades y destrezas que servirán de base a lo largo de la carrera, al igual, que le permitirá a la Cooperativa optimizar sus procesos garantizando el éxito, la calidad y aceptación del producto que en ella se realiza.

## RECOMENDACIONES.

Una vez realizado el estudio de tiempo y muestreo en la Cooperativa Sphairo Graphite, R.L, se dieron respuestas a los objetivos planteados, se establecen las siguientes recomendaciones para la optimización en el proceso de fabricación de piezas de grafito:

- Asignar el mejor espacio o el área más adecuada para las máquinas.
- Re organizar las máquinas de una mejor forma, de tal manera que el operario no tenga que hacer recorridos innecesarios para así evitar la fatiga, cansancio del mismo y a su vez disminuir el tiempo de ejecución del proceso.
- Hacer una inversión para ampliar el taller y construir almacenes para materia prima, producto.
- Comprar un recolector de polvo industrial para así minimizar el polvo en el área (restos de grafitos) y a su vez aprovechar los desperdicios.
- Culminado el proceso se debe organizar el taller, para así tener una mejor disposición del espacio.
- Asignar áreas para el almacenamiento de desperdicios reutilizables, materia prima y producto terminado, puesto que ninguno de esto tiene un espacio para su debido resguardo.
- Planificar los horarios y días de carga y descarga de materia prima para evitar interrupciones en el proceso de transformación.
- Eliminar maquinarias que no son usadas para así contar con mayor disponibilidad del área.
- Reorganizar las maquinarias de manera tal que el operario no tenga que recorrer tanta distancia y así el proceso sea más rápido y optimo.

- Planificar un horario de trabajo, ya que el operario no posee un horario determinado.
- Utilizar el galpón solo para labores que tengan que ver con el proceso de fabricación y no realizar trabajos que no estén relacionados con el propósito de la empresa.
- Comprar una carretilla para que así se le haga más fácil el traslado de material y no tenga que gastar en alquiler de la misma continuamente.
- Habilitar un área para comer, tomar agua, entre otras necesidades.
- Proporcionar al operario armarios para que pueda guardar sus cosas personales.
- Supervisar continuamente los procesos y el producto final.
- Controlar la utilización del teléfono celular por parte del operario en el área de trabajo.
- Utilizar una herramienta adecuada para el manejo de materiales al momento de buscar la materia prima para realizar las operaciones.
- Usar los implementos de Seguridad adecuados durante la realización del proceso (mascarilla, guantes, botas de seguridad, faja para protección de la columna).
- Ejecutar inspecciones para verificar que los operarios cumplen con sus uniformes e implementos. Además inspeccionar que se cumpla con los manuales de procedimientos.
- Mejorar las condiciones de trabajo en cuanto a iluminación, temperatura.
- Realizar estudio de tiempo más a fondo para establecer el tiempo promedio que tarda la actividad completa y que pueda quedar como dato de la empresa para estudios posteriores.

## BIBLIOGRAFÍA.

- HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la investigación. Derechos Reservados © 1991. Edo. de México.
- ROJAS NARVÁEZ, Rosa. Orientaciones prácticas para la elaboración de informes de investigación. Segunda edición ampliada y corregida. Puerto Ordaz 1997.
- Turmero Iván. Láminas del material de clases.
- Turmero Iván (2009, Agosto). Proyectos de Ing. De Métodos. Documento en línea. Disponible en [:http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/estudio-movimiento-y-tiempo-mejora-procesos-hidrobombas-c-a/estudio-movimiento-y-tiempo-mejora-procesos-hidrobombas-c-a.pdf](http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/estudio-movimiento-y-tiempo-mejora-procesos-hidrobombas-c-a/estudio-movimiento-y-tiempo-mejora-procesos-hidrobombas-c-a.pdf)
- Turmero Iván (2009, Agosto). Proyectos de Ing. De Métodos. Documento en línea. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/mejoras-del-manejo-materiales-produccion-jamon-premiun/mejoras-del-manejo-materiales-produccion-jamon-premiun.pdf>
- Turmero Iván (2011, Febrero). Proyectos de Ing. De Métodos. Documento en línea. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/practica-laboratorio-2-ingenieria-metodos-immovica/practica-laboratorio-2-ingenieria-metodos-immovica.pdf>
- Turmero Iván (2011, Julio). Proyectos de Ing. De Métodos. Documento en línea. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos87/analisis-operacional-metodo-trabajo-estacion-servicio/analisis-operacional-metodo-trabajo-estacion-servicio.shtm>

## ANEXOS.

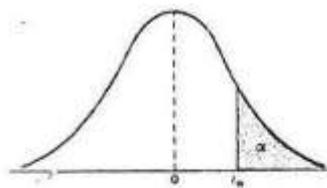


Tabla A.4\* Valores críticos de la distribución  $t$

$\nu$	$\alpha$				
	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
inf.	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

\*De la tabla IV de R. A. Fisher, *Statistical Methods for Research Workers*, publicado por Oliver & Boyd, Edinburgh, con el permiso del autor y los editores.

Tabla de la T de Student (Anexo 1).

INGENIERÍA DE MÉTODOS

DPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**CALIFICACIÓN DE VELOCIDAD**

## ***SISTEMA WESTINGHOUSE***

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

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

Tabla: factor calificación (Anexo 2).

**DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA**

**A. CONDICIONES DE TRABAJO: 1) TEMPERATURA. 2) CONDICIONES AMBIENTALES. 3) HUMEDAD. 4) NIVEL DE RUIDO. 5) ILUMINACIÓN**

<b>1. TEMPERATURA</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Climatización bajo control eléctrico o mecánico. $20^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 24^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $24^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 29.5^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 32^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Temperatura controlada por los requerimientos de la tarea. a) Para trabajos interiores: $26.5^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 28^{\circ}\text{C}$ . b) Para trabajos externos o con circulación de aire: $32^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 34.5^{\circ}\text{C}$ .
	<u>GRADO 4.</u>	(40 PUNTOS). a) Ambientes sin circulación de aire: $\text{Temperatura} \geq 32^{\circ}\text{C}$ . b) Ambientes con circulación normal de aire: $35^{\circ}\text{C} < \text{Temperatura} \leq 41.5^{\circ}\text{C}$ .
<b>2. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS) a) Operaciones normales en Exteriores. b) Operaciones en ambientes acondicionados con aire fresco y libre de malos olores.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS) Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). Ambientes cerrados y pequeños, sin movimiento de aire. Ambientes con polvo y/o humos en forma limitada
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ambientes tóxicos. Mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.

Tabla: factores de fatiga (Anexo 3).

<b>3. HUMEDAD</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Humedad normal, ambiente climatizado. Por lo general hay humedad relativa del 40% al 55%, con temperatura de 21 a 24°C.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). Ambientes secos. Menos del 30% de humedad relativa.
	<u>GRADO 3.</u>	(15 PUNTOS). Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.
	<u>GRADO 4.</u>	(20 PUNTOS). Elevadas condiciones de humedad, tales como trabajo bajo la lluvia o en salas de vapor o frigoríficos, que ameritan el uso de ropa especial
<b>4. NIVEL DE RUIDO</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Ruido de 30 a 60 decibeles. Característico en oficinas o en ambientes poco ruidosos.
	<u>GRADO 2.</u>	(10 PUNTOS). a) Ruido por debajo de 30 decibeles. Ambiente demasiado tranquilo. b) Ruido alto entre 60 y 90 decibeles, pero de naturaleza constante.
	<u>GRADO 3.</u>	(20 PUNTOS). a) Ruidos agudos por encima de 90 decibeles. b) Ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos. c) Ruidos por encima de 100 decibeles no intermitentes.
	<u>GRADO 4.</u>	(30 PUNTOS). Ruidos de alta frecuencia u otras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.
<b>5. ILUMINACIÓN</b>	<u>GRADO 1.</u>	(5 PUNTOS). Luces sin resplandor. Iluminación fluorescente u otra para proveer de 215 a 538 lux para la mayoría de las aplicaciones industriales; y 538 a 1077 lux para oficinas y lugares de inspección.

Tabla: factores de fatiga (Anexo 4).

- GRADO 2. (10 PUNTOS). Ambientes que requieren iluminación especial o por debajo del estándar. Resplandores ocasionales.
- 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
- GRADO 4. (20 PUNTOS). Trabajo a tientas, sin luz y/o al tacto. Las características del trabajo imposibilitan u obstruyen la visión.

**B. REPETITIVIDAD Y ESFUERZO APLICADO: 1) DURACIÓN DEL TRABAJO . 2) REPETICIÓN DEL CICLO. 3) ESFUERZO FÍSICO. 4) ESFUERZO MENTAL O VISUAL.**

- 1. DURACIÓN DEL TRABAJO**
- GRADO 1. (20 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en un minuto o menos.
- GRADO 2. (40 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en 15 minutos o menos
- GRADO 3. (60 PUNTOS). Operación o suboperación que puede completarse en una hora o menos.
- GRADO 4. (80 PUNTOS). Operación o suboperación 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 patrón de ejecución. b) Operaciones que varían cada día o donde las suboperaciones no son necesariamente de realización diaria.

Tabla: factores de fatiga (Anexo 5.)

**3. ESFUERZO FÍSICO**

- 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.
- 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.
- 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 máquina con alta monotonía o tedio del operador
- GRADO 1. (20 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima del 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 2.5 kg y 12.5 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos superiores a 2.5 kg.
- GRADO 2. (40 PUNTOS) a) Esfuerzo manual aplicado entre el 15% y el 40% del tiempo por encima de 30 kg. b) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg. c) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% para pesos entre 2.5 kg. y 12.5 kg.
- GRADO 3. (60 PUNTOS). a) Esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo, para pesos superiores a 30 kg. d) Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos entre 12.5 kg. y 30 kg.

Tabla: factores de fatiga (Anexo 6).

**4. ESFUERZO MENTAL O VISUAL**

- GRADO 4. (80 PUNTOS). Esfuerzo manual aplicado por encima del 70% del tiempo para pesos superiores a 30 kg.
- GRADO 1. (10 PUNTOS). Atención mental o visual aplicada ocasionalmente, debido a que la operación es prácticamente automática o porque la atención del trabajador es requerida a intervalos muy largos.
- GRADO 2. (20 PUNTOS). Atención mental y visual frecuente donde el trabajo es intermitente, o la operación involucra la espera del trabajador para que la máquina o el proceso completen un ciclo con chequeos espaciados.
- 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.
- GRADO 4. (50 PUNTOS) a) Atención mental y visual concentrada o intensa en espacios reducidos. b) Realización de trabajos complejos con límites estrechos de exactitud o calidad. c) Operaciones que requieren la coordinación de gran destreza manual con atención visual estrecha sostenida por largos períodos de tiempo. d) Actividades de inspección pura donde el objetivo fundamental es el chequeo de la calidad.

Tabla: factores de fatiga (Anexo 7).

**C. POSICIÓN DE TRABAJO: PARADO, SENTADO, MOVIÉNDOSE, ALTURA DE TRABAJO.**

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

Tabla: factores de fatiga (Anexo 8).

CONCESIONES POR FATIGA				$\text{MINUTOS CONCEDIDOS} = \frac{\text{CONCESIÓN \%} \times \text{JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$			
CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN (%) POR CLASE	JORNADA EFECTIVA (MINUTOS)			
	INFERIOR	SUPERIOR		510	480	450	420
				MINUTOS CONCEDIDOS POR FATIGA			
A1	0	156	1	5	5	4	4
A2	157	163	2	10	10	9	8
A3	164	170	3	15	14	13	12
A4	171	177	4	20	18	17	16
A5	178	184	5	24	23	21	20
B1	185	191	6	29	27	25	24
B2	192	198	7	33	31	29	27
B3	199	205	8	38	36	33	31
B4	206	212	9	42	40	37	35
B5	213	219	10	46	44	41	38
C1	220	226	11	51	48	45	42
C2	227	233	12	55	51	48	45
C3	234	240	13	59	55	52	48
C4	241	247	14	63	59	55	51
C5	248	254	15	67	63	59	55
D1	255	261	16	70	66	62	58
D2	262	268	17	74	70	65	61
D3	269	275	18	78	73	69	64
D4	276	282	19	81	77	72	67
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

Tabla: concesiones por fatiga (Anexo 9).

## APENDICES.

### COOPERATIVA SPHAIRO GRAPHITE.

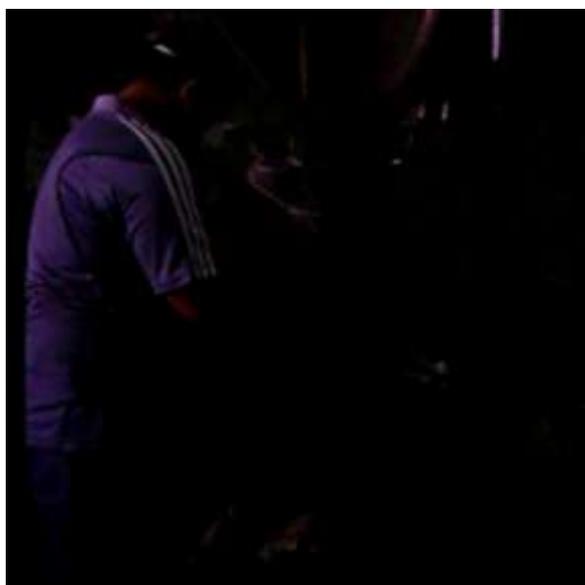


Apéndice 1.

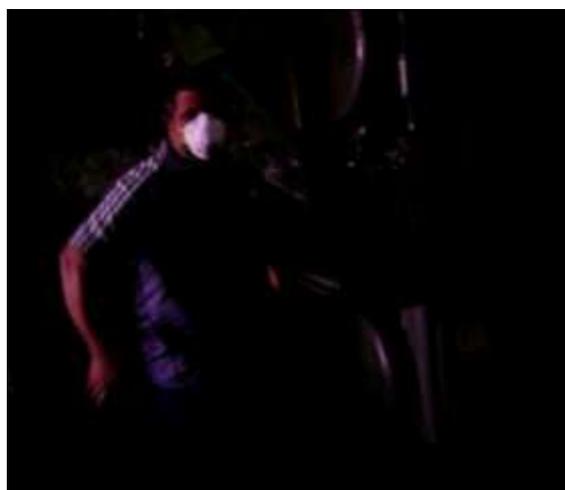


Apéndice 2.

## PROCESO.



Apéndice 3.



Apéndice 4.



Apéndice 5.



Apéndice 6.



Apéndice 7.

**PRODUCTO FINAL (BARRA DE GRAFITO).**



Apéndice 8.

**MÀQUINAS.**









Apéndice 14.



Apéndice 15.





