UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
ANTONIO JOSÉ DE SUCRE
VICE-RECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.
CÁTEDRA: INGENIERÍA DE METODOS

ESTUDIO DE METODOS

MIROCA C.A.

PROFESOR:
Ing. Turmero Iván

BACHILLERES:
Castro Camilo.
Mendoza Adriana.
Sánchez Luisaida.
Silva Antonio.

CIUDAD GUAYANA, AGOSTO DEL 2009

INDICE

INTRODUCCION 1

CAPITULO I: El PROBLEMA 2

Antecedentes del estudio 2

Planteamiento del problema 2

Justificación 5

Limitaciones 6

Objetivos 6

Objetivo general 6

Objetivo especifico 6

CAPITULO II: GENERALIDADES DE LA EMPRESA **8**

Nombre de la empresa 8

Descripción de la empresa 8

Ubicación Geográfica 8

Reseña Histórica 8

Misión de la empresa 8

Visión de la empresa 9

Objetivos de la empresa 9

Estructura Organizativa 9

Funciones de los cargos y áreas en la organización 10

Actividades que se realizan en la empresa 12

Definición general del proceso a estudiar 14

CAPITULO III: MARCO TEORICO 17

Bases teóricas 17

Acero 17

Sierra de cinta 19

Torno 20

Prensa 37

Taladrado 38

Rectificadora 40

Estudio de Métodos 42

Fines del estudio de métodos 44

Procedimientos Gráficos 45

Diagrama de procesos 46
Diagrama de flujo 46
Examen crítico 47
Técnicas del interrogatorio 48
Análisis operacional 62
Enfoques primarios 63
Desarrollo de un nuevo método de trabajo 70
Aplicación del nuevo método de trabajo 71
Estudio de Tiempos 72
Equipos necesarios para la realización del estudio de tiempos 73
Cronómetros 73
Reglas para seleccionar elementos 75
Clases de elementos 75
Selección del operario y estrategia a seguir 76
Trato con el operario 77
Análisis de materiales y métodos 78
Registro de la información significativa 78
Posición del observador 79
División de la operación en elementos 79
Toma de Tiempos 82
Lecturas regreso vuelta a cero 82
Lecturas continúas 83
Tiempo estándar por cronometraje 84
Cronometraje 84
Numero de ciclos a cronometrar 87
Método estadístico 87
Factor de valoración 88
Sistemas de valoración 89
Determinación de tolerancias 90
Necesidades personales 91
Fatiga 91
Retrasos 92
Empleo de datos estándares 94

CAPITULO IV: DISEÑO METODOLOGICO 95
Tipo de estudio 95
Población y muestra 96
Instrumentos y materiales 98
Procedimientos para la recolección de datos 99
CAPITULO V: SITUACION ACTUAL 101
Selección de la actividad en estudio 101
Proceso general de producción de bocina en MIROCA C.A. 101
Diagrama de proceso actual 103
Técnicas del interrogatorio aplicado a la empresa 105
Técnica del interrogatorio aplicada al operario 106
Preguntas del la O.I.T. 109
CAPITULO VI: SITUACION PROPUESTA 115
Método propuesto 115
Descripción detallada del método propuesto 115
Diagrama de proceso (propuesto) 117
CAPITULO VII: ESTUDIO DE TIEMPOS 119
Estudio de tiempos 119
Calculo de tiempo estándar 119
Determinación del tamaño de la muestra 120
Definición del Coeficiente de Confianza (c) 121
Intervalo de muestra, Tiempo de ciclo, Desviación estándar Tiempo promedio seleccionado (TPS), Intervalo de confianza 122
Cálculo del tiempo estándar, Calculo de CV 123
Calculo de tiempo normal (TN) 124
Calculo tolerancias por fatiga (método sistemático), Determinación De Tolerancias Fijas 127
Calculo de jornada efectiva de trabajo (JET) 128
Calculo de tiempo estándar (TE) 129
Estudio de muestreo 130
Grafico de control GRAFICA Nº 1. GC-1 133
Análisis de la grafica de control GC-1 133
Diagrama de pareto de fallas del proceso de producción de bocina de la empresa MIROCA C.A. (**GRAFICA PT-1**) 135
Análisis de la GRAFICA PT-1 135

Diagrama de paretto de fallas de la empresa
MIROCA C.A. (**GRAFICA PT-2**) 137

Análisis de la GRAFICA PT-2 138

Distribución de planta actual de la empresa
MIROCA C.A. (**PLANO Nº 1)** 140
Análisis del PLANO Nº 1 141
Distribución propuesta de planta de la empresa
MIROCA C.A (**PLANO Nº 2)** 142
Análisis del PLANO Nº 2 143

CONCLUSIONES 144

RECOMENDACIONES 145

BIBLIOGRAFIA 146

ANEXOS 147

INTRODUCCION

Uno de los procesos más importantes que se llevan a cabo dentro de una empresa es el proceso de almacenamiento y selección de la mercancía como también el proceso productivo de la transformación de la materia prima, por esto es necesario que estas actividades se realicen de una manera eficiente. Por medio de un estudio de método se puede encontrar la manera óptima de la realización de éstas actividades. Al aplicar el estudio de métodos se detectarán las fallas que no se perciben fácilmente, pero que sin embargo generan pérdidas tangibles e intangibles para la empresa. Debido a lo anterior se genera el interés en la realización de este proyecto, en búsqueda de lograr con mayor eficacia, eficiencia y efectividad el proceso productivo que desarrolla la empresa MIROCA, C.A. y obtener bienestar en las jornadas de trabajo correspondiente de los empleados que laboran en dicha empresa.

Este estudio permitirá mejorar el método de trabajo, reducir el tiempo de la operación, eliminando las fallas del acarreo del material por el desorden que se presenta en el espacio de trabajo, permitiéndole mayor fluidez al proceso productivo, para evitar la operación cuello de botella producido en el área de transformación de materia prima, debido a la tardanza existente en el método de trabajo actual. En su totalidad un mejor rendimiento y/o aprovechamiento del tiempo de trabajo y del espacio utilizado para realizar las actividades de almacenamiento y transformación de la materia prima, actividad que es realmente necesaria para obtener el producto terminado. Para ello se describen detalladamente las operaciones realizadas, con el objeto de hacer correcciones y proponer soluciones para lograr una mayor eficiencia del mismo.

Capítulo I
El problema

Antecedentes Del estudio

La empresa MIROCA C.A. Se encuentra operando desde el año 1989. Durante este tiempo no se le realizó ningún otro estudio de este tipo, es por ello la autenticidad de este.

Planteamiento del problema

En años anteriores la prestación de servicios de una empresa de cualquier ramo no tenia tantos pormenores a como los existentes hoy en día debido al crecimiento nuestra localidad, puesto a que la población empresarial ha ido creciendo en el transcurso del desarrollo de nuestra ciudad de manera rápida y fructífera, paralelamente al hecho anterior mencionado se tiene que destacar que la capacidad de la producción de las empresas que prestan sus servicios deben ir de la mano con el progreso industrial que se presente, de otro modo no se puede satisfacer las necesidades de la clientela. Para el estudio se ha enfocado la atención en el manejo del material, desde su descarga, recepción, inspección, introducción en sistema y su almacenamiento, por esto es necesario que sea analizado el recorrido del material desde su entrada en la empresa, durante el proceso productivo y hasta el producto terminado, para darle el uso adecuado ya q representa un alto porcentaje de costos para la empresa. Para esto se deberían preparar condiciones de trabajo adecuadas para su almacenamiento y proporcionar al operario la información necesaria para su correcta manipulación. Así como también se revisar rigurosamente las condiciones en que llega el material al operario.

La empresa recibe grandes volúmenes de trabajos algunos con detalles específicos y otros para producción en serie, por lo que es necesario, encontrar un nuevo método que facilite el proceso de descarga, recepción y almacenamiento, hasta el momento de poder comenzar con la transformación de la materia prima.

Se generan almacenamientos temporarios del material en sitios improvisados mientras no se utilizan para algún proceso, estos almacenamientos podrían ser evitables destinando una sección segura de solo almacenamiento.

El área de recepción o administrativa está situada de forma improvisada a la derecha de la entrada de la empresa, que se encuentra distante del área de almacenamiento, todo esto produce un excesivo traslado de material generando aumento de la fatiga del operador y demoras en el proceso.

La distribución del material en almacén no es el más adecuado, a pesar que el espacio físico de la planta es pequeño se puede mejorar la distribución de la planta aprovechando el espacio cúbico. Debido a la errónea distribución se merman los espacios indicados para el desarrollo de los trabajos de transformación, generando espacios no adecuados para que el operario despliegue sus habilidades. A su vez, esto implica dificultad en el desplazamiento del operario y los traslados del material y también genera riesgos de accidentes para el operario.

Debido a que la empresa cuenta con una sola entrada, tanto para los clientes como para el despacho del producto terminado y para la recepción del material origina una situación problemática e incómoda para el flujo de las personas y las actividades que se puedan realizar en concordancia con el material o el proceso productivo, causando condiciones inseguras para todos y entorpecimiento de la actividades de atención al cliente y despacho.

Por ello se plantea evaluar las causas que podrían estar generando este desorden:

- Insuficiencia de personal. Puesto que la empresa no cuenta con personal apto para la distribución de los espacios y aprovechamiento al máximo del mismo.
- Desorden en la disposición de la maquinaria, equipos y herramientas de trabajo.
- Las condiciones de trabajo existentes describen un hacinamiento entre materia prima y personal obrero.
- Retrasos y ociosidad por parte del personal.

La problemática planteada anteriormente, se manifiesta a través de los siguientes efectos:

- Aumento del tiempo de producción a consecuencia de la falta de personal, desorganización, y falta maquinaria.
- Generación de embotellamientos en ciertas áreas como la de despacho y recepción, tanto de materiales como de encomiendas de trabajo.
- Deficiencia en cuanto a tiempos de entrega al cliente.
- Interrupción o intermitencia en el proceso.

Esta situación que se presenta en cuanto a la deficiencia de la productividad en la empresa conlleva a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles serán los factores más relevantes que afectan el proceso?
- ¿Qué área o áreas se ven más influenciadas?
- ¿Cuáles son los motivos de los retrasos?
- ¿se podrían implementar maquinarias que optimicen la producción?
- ¿Necesitará la empresa de alguna inversión extra para mejorar las condiciones?

En vista de lo anteriormente expuesto, el presente estudio esta dirigido a proponer un nuevo método de trabajo, en función del manejo de materiales, en búsqueda de minimizar el acarreo del mismo, evaluando las posibilidades de simplificar, reducir, combinar, eliminar o reordenar las actividades que se

involucran en el proceso, la redistribución de la planta física de acuerdo con las necesidades del material, economizar el esfuerzo humano, optimizar la utilización de los materiales y las condiciones de trabajo. Por lo que el problema de investigación planteado es el siguiente:

La falla existente en el acarreo y manejo del material, su exceso traslado, mala distribución de los almacenamientos y espacios de trabajo de la planta.

Justificación

La evaluación tanto del acarreo de materiales como la distribución de la planta física de la empresa son herramientas claves para la mejora de los procesos y procedimientos efectuados en ella. La razón de ser de esta investigación se debe a un estudio de métodos. Poder desarrollar un proyecto de método de trabajo mejorado que permita el aprovechamiento de la planta física de la empresa para maximizar el uso de los recursos de modo que se reduzca el manejo de material. Se espera que con la aplicación de esta propuesta se generen los siguientes beneficios:

- Creación de una zona de carga y descarga adecuada.
- Generar el espacio propicio para el movimiento del material y de los operarios.
- Eliminación de las áreas de almacenamiento temporal improvisadas.
- Reducción de la manipulación del material.
- Eliminación del congestionamiento de algunas zonas y ahorro del área ocupada.
- Disminución de los retrasos generados por la incorrecta distribución de la planta.
- Reducción de los costos generados por demoras e incorrecto acarreo del material
- Reducción del riesgo y aumento de la seguridad.

Limitaciones

Al evaluar la situación actual de la empresa MIROCA, C.A. se observo diferentes escenarios donde se presentan dificultades que afectan el rendimiento productivo de la misma, sin embargo se pretende dirigir nuestro enfoque a una problemática en particular y concentrar el estudio en solventar esta situación, por lo que el alcance de este estudio de métodos fue limitado al de mejorar el proceso de recepción, almacenamiento, manipulación y recorrido del material de modo tal que se optimice la disposición de la planta física de la empresa con el fin de minimizar el acarreo del material, específicamente la eliminación de los almacenamientos temporales improvisados, como también promover la fluidez y agilizar el inventario del material al momento de la descarga del mismo.

Objetivos

Ya una vez especificado las limitaciones del proyecto, se han definido los objetivos que se han trazado, para su realización. Dichos objetivos son los siguientes:

Objetivo General

Elaborar una propuesta de mejora para el acarreo, disposición, almacenamiento y manipulación del material de trabajo en la empresa MIROCA, C.A.

Objetivos Específicos

1. Registrar toda la información mínima necesaria sobre el método actual de trabajo.
2. Describir el procedimiento actual de descarga, recepción, inventario y almacenamiento, para su estudio y análisis.
3. Elaborar el diagrama de proceso de las operaciones de descarga, recepción, inventario y almacenamiento del material.
4. Elaborar el diagrama de flujo de las operaciones de descarga, recepción, inventario y almacenamiento del material.

5. Aplicar la técnica del interrogatorio para visualizar la naturaleza actual del desarrollo de las actividades en el proceso de recepción y almacenamiento del material como también la distribución de la planta.
6. Analizar el método actual por medio de la aplicación de las preguntas recomendadas por la Organización Internacional del trabajo (OIT).
7. Realizar el análisis operacional al método de trabajo actual e identificar los elementos productivos e improductivos del procedimiento de recepción y almacenamiento del material.
8. Proponer un método de trabajo mejorado para las actividades de descarga, recepción, inventario y almacenamiento del material, aprovechamiento de los espacios al máximo y definir las especificaciones que este tenga.
9. Elaborar el diagrama de proceso del método propuesto.
10. Elaborar el diagrama de flujo del método propuesto.
11. Analizar el comportamiento y los cambios realizados al proceso de recepción y almacenamiento del material y presentarlas propuestas de mejoras sugeridas.
12. Realizar el estudio de tiempos del proceso de descarga, recepción, inventario y almacenamiento del material.
13. Asignar los elementos del proceso y tomar los tiempos por medio del cronometro
14. Ajustar la calificación de la velocidad del operario.
15. Establecer las tolerancias por concepto de fatigas por medio del método sistemático.
16. Normalizar tolerancias por concepto de fatigas y necesidades personales, así como descanso necesarios.
17. Obtener el tiempo estándar de todo el proceso.
18. Analizar los resultados arrojados por el estudio de tiempos.
19. Presentar las conclusiones a que se lleguen.
20. Presentar las recomendaciones que se generen para la mejora del proceso.

CAPITULO II
Generalidades de la empresa

Nombre de la empresa

Mecánica Industrial Roraima, MIROCA C.A.

Descripción de la empresa

Metalmecánica de servicio, dedicada al sector industrial consagrado en la fabricación de piezas, repuestos y equipos de óptima calidad.

Ubicación Geográfica

Se encuentra ubicada en Puerto Ordaz específicamente en la zona industrial de Unare II, Av. Neverí, parcela 282, vía AEROCAV.

Reseña Histórica

Mecánica industrial Roraima fue creada en el año 1989, pionera en el sector metalmecánico con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes mas cercanos como las empresas básicas de la zona entre otras. Es una empresa metalmecánica de servicio al sector industrial dedicado a la fabricación de piezas mecánicas y repuestos de óptima calidad. Cuenta con un personal altamente capacitado para cumplir con las exigencias de sus clientes, que van desde soldadura especiales hasta reparación y restauración completa de maquinaria Caterpillar.

Misión de la empresa

Cumplir con las necesidades de sus clientes, fortalecer el sector industrial a la vez que es una fuente de trabajo para los habitantes de nuestra región y su visión es consolidarse como empresa líder en el sector metalmecánico a nivel regional y nacional, mejorar la calidad de sus productos y brindar un mejor servicio.

Usando para ello la mejor materia prima, herramientas y equipos: así como también intercambiar y aportar nuestros conocimientos profesionales y

técnicos a fin de garantizar los mejores resultados en el desarrollo de cada actividad; solucionando de esta manera a nuestros clientes sus requerimientos y necesidades de una manera eficaz.

Visión

Ser una empresa líder en el área metalmecánica en términos de productividad, actualización, tecnología de equipos para fabricación de piezas mecánicas que mantengan e impulsen al desarrollo del sector industrial de la región y del país, siendo apoyo tecnológico de nuestros clientes, garantizado el buen funcionamiento de sus procesos productivos.

Objetivos de la empresa

Los objetivos y fines se encuentran establecidos desde el inicio de la misma que entre ellos tenemos el crecimiento, desarrollo, valor agregado, competencia leal, calidad en sus productos y servicios.

Estructura organizativa y áreas de la organización

Funciones de los cargos

Presidente-Gerente:

a) Representar a la empresa en juicio o fuera de él pudiendo otorgar poder a abogados de su confianza.
b) Celebrar toda clase de contratos, convenios, tales como: arrendamiento, ventas, permutas, hipotecas sobre toda clase de bienes, pudiendo comprar, vender, gravar en forma amplias dichos bienes.
c) Firmar cheques, pagarés, letras de cambio y demás efectos de comercio.
d) Nombrar o remover empleados de la empresa.
e) Controla y supervisa la contabilidad de la empresa.
f) Vende, cotiza y discute precios a beneficios de la compañía.
g) Hace seguimiento de entrega de las ordene de compra, contrato, convenio, etc., tomando en cuento calidad, cantidad y tiempo de entrega.
h) Codifica materiales, repuestos, etc., tomando en cuenta: descripción, uso, referencia, marca, tipo de producto, costos unitarios, precio de venta, existencia mínima y máxima, proveedores, reposición, etc.
i) Asesora clientes o posibles clientes antes de las compras y después de las mismas, en lo que se refiere a productos y materiales, en cuanto a calidad, precios y marcas reconocidas.
j) Difunde, aplica y hace aplicar la política de calidad.
k) Vela, controla, cumple y hace cumplir la Seguridad e Higiene Laboral.
l) Recopila información sobre productos a desarrollar en la empresa.
m) Ordena y controla las auditorías internas o externas del sistema de calidad.

Administrador:

a) Nombrar y remover empleado de la empresa, previo acuerdo con el presidente.
b) Controlar y supervisar la contabilidad de la compañía.
c) Vender, cotizar y discutir precio en beneficio de la empresa.

d) Hacer seguimiento de entrega de las órdenes de compra, contratos, convenios, etc., tomando en cuenta calidad, cantidad y plazo de entregas.

Secretaria:

a) Hacer seguimiento de las entregas de las órdenes de compras, contratos, convenios, etc., verificando la calidad, cantidad y tiempo de entrega.
b) Entregar órdenes de compras, contratos, convenios, etc., en el menor tiempo posible, o en la fecha requerida, considerando la calidad y cantidad del material solicitado.
a) Cobrar cheques, órdenes de compras, contratos, convenios, etc., en beneficio de la compañía.
b) Tipiar cartas, memos, entre otros.
c) llevar el archivo de proveedores y clientes al día en lo que respecta a:
    - cuentas por pagar/cobrar.
    - Impuestos.
    - Solvencia.
    - Personal administrativo.
    - Catálogos.
    - Lista de precios, etc.
    - Facturas.
    - Comunicación, etc.
d) atender las llamadas telefónicas y dar información a los empleados de la empresa.
e) Atender clientes y proveedores, conservando la ética de la compañía, en relación a las informaciones que suministra.
f) Velar por los equipos y materiales de la oficina.
g) Llevar el control de los materiales de oficina.
h) Suministrar material de oficina (lápiz, papel, carpetas, etc.) cuando sea requerido por los empleados.
i) Preparación nómina del personal.
j) Controlar y mantener los archivos de la empresa.

Jefe de taller:

a) Recepción y chequear materiales pedidos para stock o entrega de órdenes de compras, contrato, etc.
b) Almacenar tomando en cuenta, producto, descripción, uso, referencia, marca, existencia, tiempo de vida, etc.
c) Reportar fallas de productos, existencia mínima y reparación del producto.
d) Reportar y controlar vencimiento de productos o materiales de poca vida útil.
e) Reportar el desempeño y labores realizadas por los operadores y la maquinaria presente en la empresa.
f) Realizar seguimiento detallado al producto final de cada trabajo realizado garantizando calidad optima.

Operadores:

a) Reportar fallas de producto, existencia mínima y reposición de productos.
b) Velar y resguardar el material y equipo asignado para sus funciones.
c) Realizar las actividades especificas para la fabricación de todo tipo de servicio metalmecánico solicitado a la empresa.

Actividades que se realizan en la empresa

La empresa MIROCA C.A. posee un proceso productivo, es por ello que el material sufre transformaciones o cambio en sus características, pasando por una serie de actividades que involucran movimiento, desde su llegada a la empresa hasta su salida de la misma, las actividades a continuación son externas al proceso de transformación, es decir actúan de manera indirecta, estas actividades son las siguientes:

Descarga: esta actividad involucra la llegada de los camiones con la mercancía, la descarga del material y el chequeo con la nota de entrega. Por lo general estos camiones son de dos tipos: 350 con cabina cerrada y camión 350 plataforma.

Recepción: Después de la actividad anterior, se procede el traslado de la mercancía al área de recepción, donde se verifican las especificaciones solicitadas, y tiene una demora aproximada de un día antes de pasar a la siguiente actividad.

Inventario: esta actividad trata en introducir en el sistema el material nuevo que esta ingresando, antes de llevarla a su respectiva área de almacenamiento correspondiente.

Almacenamiento: después de la introducción a sistema, se procede el traslado del material al área de almacenamiento que esta distribuido de forma clasificada según el tipo de material, este permanecerá allí hasta que se solicite para la realización de algún servicio metalmecánico por el cliente.

Las actividades que involucran transformaciones y cambio en los materiales son las siguientes:

Cortado de material previa medidas especificas: Esta operación implica seleccionar el tipo del material existente en el almacén con el que se trabajara posteriormente. Esta operación es la más importante dentro del proceso de fabricación puesto que de la selección del material de transformación dependerá la calidad del producto final.

Torneado de barra: Esta operación caracteriza la forma que tomara la barra previamente cortada en la sierra de cinta. A partir de esta actividad la transformación de la materia es notoria a simple vista.

Taladrado: Esta área implica la abertura de un orificio de manera vertical en la barra precedente del área de torneado.

Empavonado: Esta actividad envuelve calentar con un soplete la pieza mecanizada hasta que esta se torne de color rojo vivo luego se introduce

durante 15 min en aceite a granel, al sacar la pieza esta presentara un recubrimiento de color negrizo, donde esto ayuda a evitar la corrosión del material con el que se trabaja además de darle propiedades de dureza debido a que se trabaja con acero 1045.

Prensado: Comprende estabilizar o ajustar la pieza transformada en la que requiera el cliente, en otras palabras es colocar una pieza entre otra.

Rectificado: Incluye la parte de pulido de la pieza de trabajo con una lija 3000, esto con el fin de obtener una pieza de acabado y de mejor calidad y presentación, quitando de la misma toda clase de impureza que pudo estar aun presente al final de la transformación de la materia prima en la pieza mecanizada a pedido por el cliente.

Embalaje: Se recubre en aceite 3 en 1 industrial y se coloca en una caja a espera del cliente solicitante del servicio.

Debido a que la empresa MIROCA C.A. es netamente comercial, es prudente mencionar una última actividad, que se refiere a la relación existente entre el cliente y la empresa:

Atención al cliente: esta área involucra todas las actividades que implican trato directo con el cliente, desde procesar su solicitud, la entrega del pedido, como también asesoría, devoluciones y reclamos.

Definición general del proceso a estudiar

Como ya se estableció previamente, el proceso al cual será dedicado el estudio de métodos, será el proceso de recepción, almacenamiento, manipulación y disposición del material, en el cual se detectaron ciertas peculiaridades, las cuales se analizaran para optimizar el proceso con la finalidad de disminuir el acarreo y las improductividades referentes con el material.

A continuación se describe de manera general la sucesión de actividades del proceso:

1._Se selecciona la barra a cortar
2._Se mide el diámetro y la longitud
3._Se lleva a la cortadora (se mide la barra según las especificaciones)
4._Se mecaniza (se verifica las medidas)
5._Se corta (se aplica refrigerante)
6._Se lleva al torno
7._Se mecaniza (se verifican medidas)
8._Se selecciona la herramienta a utilizar en el torno
9._Se centra la pieza con la herramienta
10._Se escoge la revolución del torno
11._Se comprueba el flujo de refrigerante
12._Se verifica las medidas a llevar la pieza sea longitud y diámetro
13._Se Enciende el torno
14._Se refrenta a una tolerancia de (0,5mm) llevando la pieza a la longitud requerida y dejándole dicha tolerancia de ±0,5mm.
15._Se revisa la medida sin bajar la pieza, luego se desmonta después de verificar.
16._Se lleva la pieza a la prensa, para ajustarla o mecanizarla
17._Se toman las medidas para taladrarla
18._Se busca la mecha para el taladro de acuerdo a la medida necesaria
19._Se mecaniza la pieza en la prensa, se coloca la mecha al taladro
20._Se taladra la pieza
21._Se verifica el diámetro del agujero
22._Se desmonta la pieza de la prensa
23._Se lleva al torno, para hacer rosca
24._Se ajusta el torno, se sacan los cálculos según la medida
25._Se ajusta la herramienta del torno, según la rosca
26._Se ajusta la velocidad del torno para la rosca, se centra la pieza
27._Se hace la rosca con una tolerancia de 0,5 mm
28._Se para la maquina, se desmonta la pieza

29._Se verifica la medida de la rosca con un tornillo (que posea la medida requerida).
30._Se lleva a la pulidora de mopa metálica
31._Se ajusta la velocidad de la pulidora, se mecaniza la pieza
32._Se pule el exterior de la pieza
33._Se verifica el pulido, se desmonta la pieza
34._Se lleva a pintar
35._Se pinta el área de roscado, se espera mientras seca
36._Se lleva a oficina
37._Se verifica los requerimientos de la pieza
38._Se embala, se revisa el embalaje
39._Se entrega al propietario.

Capítulo III
Marco Teórico

Bases teóricas

ACERO

El acero es la aleación de hierro y carbono, donde el carbono no supera el 2,1% en peso[1] de la composición de la aleación, alcanzando normalmente porcentajes entre el 0,2% y el 0,3%. Porcentajes mayores que el 2,0% de carbono dan lugar a las fundiciones, aleaciones que al ser quebradizas y no poderse forjar a diferencia de los aceros, se moldean.

La definición anterior, sin embargo, se circunscribe a los aceros al carbono en los que éste último es el único aleante o los demás presentes lo están en cantidades muy pequeñas pues de hecho existen multitud de tipos de acero con composiciones muy diversas que reciben denominaciones específicas en virtud ya sea de los elementos que predominan en su composición (aceros al silicio), de su susceptibilidad a ciertos tratamientos (aceros de cementación), de alguna característica potenciada (aceros inoxidables) e incluso en función de su uso (aceros estructurales). Usualmente estas aleaciones de hierro se engloban bajo la denominación genérica de aceros especiales, razón por la que aquí se ha adoptado la definición de los comunes o "al carbono" que amén de ser los primeros fabricados y los más empleados, sirvieron de base para los demás

Por la variedad y por su disponibilidad sus dos elementos primordiales abundan en la naturaleza facilitando su producción en cantidades industriales los aceros son las aleaciones más utilizadas en la construcción de maquinaria, herramientas, edificios y obras públicas, habiendo contribuido al alto nivel de desarrollo tecnológico de las sociedades industrializadas.[5] Sin embargo, en ciertos sectores, como la construcción aeronáutica, el acero apenas se utiliza debido a que es un material muy denso, casi tres veces más denso que el aluminio (7850 kg/m³ de densidad frente a los 2700 kg/m³ del aluminio).

En este caso el acero utilizado para la elaboración de bocinas es una barra de acero #1045, el cual tiene como especificaciones las siguientes:

Color de identificación:

Aleación: C% 0.44 Max - Si% 0.25 - Mn% 0.70

Denominación según:

DIN: C45W W AISI 1045

No 1.1730 Böhler K945

Tipo: Acero de medio contenido de carbón.

Formas y Acabados: Barra redonda, cuadrada, hexagonal y solera, laminadas o forjadas en caliente, estiradas en frío y peladas o maquinadas.
Placa laminada caliente.
Anillos forjados.

Características: El más popular de los aceros al carbón templables es sin duda el 1045. En todo tipo de aplicaciones en donde se requiera soportar esfuerzos por encima de los 600 MPa. (61 kgf/mm^2), o en el caso de diámetros mayores, en donde se necesite una superficie con dureza media, 30 a 40 Rc, y un centro tenaz. Aunque su maquinabilidad no es muy buena, se mejora con el estirado en frío, además con este acabado se vuelve ideal para flechas, tornillos, etc. de alta resistencia.

Aplicaciones: Por sus características de temple, se tiene una amplia gama de aplicaciones automotrices y de maquinaria en general, en la elaboración de piezas como ejes y semiejes, cigüeñales, etc. de resistencia media.

Tratamientos térmicos recomendados (valores en ºC)

FORJADO	NORMALIZADO	RECOCIDO		TEMPLADO	REVENIDO	PUNTOS CRÍTICOS APROX.	
		ABLANDAMIENTO	REGENERACIÓN			Ac1	Ac3
1050-1200	870-890	650-700 enfriar al aire	800-850 enfriar al horno	820-850 Agua 830-860 Aceite	300-670	730	785

Propiedades mecánicas mínimas estimadas según SAE J1397

TIPO DE PROCESO Y ACABADO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			LIMITE DE FLUENCIA			ALARGA-MIENTO EN 2" %	REDUCCIÒN DE AREA %	DUREZA BRINELL	RELACIÒN DE MAQUINA-BILIDAD 1212 EF = 100%
	MPa	(kgf/mm2)	Ksi	MPa	(kgf/mm2)	Ksi				
CALIENTE Y MAQUINADO	570	58	82	310	32	45	16	40	163	55
ESTIRADO EN FRÍO	630	64	91	530	54	77	12	35	179	

Estado de entrega: Natural o calibrado.

Dureza en estado de entrega: natural 70 kg/mm^2.

Medias disponibles:

Redondos:

Calibrado ISA h-11:1/4" – 7"

Acabado natural negro 7" – 15.1/2" Cuadrados: 10" – 12"

SIERRA DE CINTA

En la sierra de cinta se utiliza una cinta continua, flexible, con dientes en un solo borde. Los tipos comunes de sierra de cinta son la tronzadora o cortadora y la de contornos.

Las *sierras de cinta recortadoras* son verticales y horizontales. En las verticales, la hoja se mueve en plano vertical; la hoja y su soporte puede inclinarse en ángulos hasta de 45 grados, para producir corte en bisel. Las sierras horizontales se utilizan para recorte de trabajo pesado; en ellas, la hoja se mueve en un plano horizontal, perpendicular a la pieza de trabajo. Las sierras de cinta horizontales tienen la adaptabilidad de una sierra de arco, a la vez que producen superficies de mayor calidad.

Las sierras de cinta de contorno y las recortadoras se utilizan para cortar formas irregulares y para trabajo normal de trozado. La mesa de la sierra de cinta para contorno puede inclinarse a diversos ángulos para cortar biseles y ángulos en la pieza de trabajo. Estas cierras suelen tener una soldadora instantánea y esmeriladora integradas como equipo de fabrica, para reparar las hojas rotas.

TORNO

Se denomina torno (del latín *tornus*, 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. Desde el inicio de la Revolución industrial, el torno se ha convertido en una máquina básica en el proceso industrial de mecanizado.

El torno es una máquina que trabaja en el plano porque solo tiene dos ejes de trabajo, normalmente denominados Z y X. La herramienta de corte va montada sobre un carro que se desplaza sobre unas guías o rieles paralelos al eje de giro de la pieza que se tornea, llamado eje Z; sobre este carro hay otro que se mueve según el eje X, en dirección radial a la pieza que se tornea, y puede haber un tercer carro llamado *charriot* que se puede inclinar, para hacer conos, y donde se apoya la torreta portaherramientas. Cuando el carro principal desplaza la herramienta a lo largo del eje de rotación, produce el cilindrado de la pieza, y cuando el carro transversal se desplaza de forma perpendicular al eje de simetría de la pieza se realiza la operación denominada refrentado.

Para reducir el coste de torneado y del mecanizado en general se ha actuado en los siguientes frentes:

- Conseguir materiales cada vez mejor mecanizables, materiales que una vez mecanizados en blando son endurecidos mediante tratamientos

térmicos que mejoran de forma muy sensible sus prestaciones mecánicas de dureza y resistencia principalmente.

- Conseguir herramientas de mecanizado de una calidad extraordinaria que permite aumentar de forma considerable las condiciones tecnológicas del mecanizado, o sea, más revoluciones del cabezal del torno, más avance de trabajo de la herramienta y más tiempo de duración de su filo de corte.

- Y finalmente conseguir tornos, más robustos, rápidos y precisos que consiguen reducir sensiblemente el tiempo de mecanizado así como conseguir piezas de mayor calidad y tolerancia más estrechas.

Para disminuir el índice de piezas defectuosas se ha conseguido automatizar al máximo el trabajo de los tornos, disminuyendo drásticamente el torneado manual, y construyendo tornos automáticos muy sofisticados o tornos guiados por ordenador que ejecutan un mecanizado de acuerdo a un programa establecido previamente.

1. ESTRCTURA DEL TORNO

El torno tiene cuatro componentes principales:

- **Bancada:** Sirve de soporte para las otras unidades del torno. En su parte superior lleva unas guías por las que se desplaza el cabezal móvil o contrapunto y el carro principal.

- **Cabezal fijo:** Contiene los engranajes o poleas que impulsan la pieza de trabajo y las unidades de avance. Incluye el motor, el husillo, el selector de velocidad, el selector de unidad de avance y el selector de sentido de avance. Además sirve para soporte y rotación de la pieza de trabajo que se apoya en el husillo.

- **Contrapunto:** El contrapunto es el elemento que se utiliza para servir de apoyo y poder colocar las piezas que son torneadas entre puntos, así como otros elementos tales como portabrocas o brocas para hacer taladros en el centro de los ejes. Este contrapunto puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.

- **Carros portaherramientas**: Consta del carro principal, que produce los movimientos de avance y profundidad de pasada y del carro transversal, que se desliza transversalmente sobre el carro principal. En los tornos paralelos hay además un carro superior orientable, formado a su vez por tres piezas: la base, el charriot y el porta herramientas. Su base está apoyada sobre una plataforma giratoria para orientarlo en cualquier dirección.

- **Cabezal giratorio o chuck:** Su función consiste en sujetar la pieza a maquinar, hay varios tipos como el chuck independiente de 4 mordazas o el universal mayormente empleado en el taller mecánico al igual hay chuck magnéticos y de seis mordazas.

2. EQUIPO AUXILIAR

- ***Plato de sujeción de garras***: Sujeta la pieza de trabajo en el cabezal y transmite el movimiento.

1. ***Centros***: Soportan la pieza de trabajo en el cabezal y en la contrapunta.
2. ***Perno de arrastre****:* Se fija en el plato de torno y en la pieza de trabajo y le transmite el movimiento a la pieza cuando está montada entre centros.
3. ***Soporte fijo o luneta fija****:* Soporta el extremo extendido de la pieza de trabajo cuando no puede usarse la contrapunta.
4. ***Soporte móvil o luneta móvil***: Se monta en el carro y permite soportar piezas de trabajo largas cerca del punto de corte.
5. ***Torreta portaherramientas****.*
6. ***Plato de arrastre***: Para amarrar piezas de difícil sujeción.
7. ***Plato de garras independientes***: Tiene 4 garras que actúan de forma independiente unas de otras.

3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS TORNOS

Principales especificaciones técnicas de los tornos convencionales:

CAPACIDAD

- Altura entre puntos.
- Distancia entre puntos.
- Diámetro admitido sobre bancada.
- Diámetro admitido sobre escote.
- Diámetro admitido sobre carro transversal.
- Anchura de la bancada.
- Longitud del escote delante del plato liso.

CABEZAL

- Diámetro del agujero del husillo principal.
- Nariz del husillo principal.
- Cono Morse del husillo principal.
- Gama de velocidades del cabezal (habitualmente en rpm).
- Número de velocidades.

CARROS

- Recorrido del charriot o carro superior.
- Dimensiones máximas de la herramienta.
- Gama de avances longitudinales.
- Gama de avances transversales.
- Recorrido del avance automático.
- Carro móvil de un torno.

ROSCADO

- Gama de pasos métricos.
- Gama de pasos Witworth.
- Gama de pasos modulares.
- Gama de pasos Diametral Pitch.
- Paso del husillo patrón.

CONTRAPUNTO

Es más conocida como cabezal móvil esta formado por dos piezas generalmente de fundición, una de las cuales sirven como soporte y contiene las guías que se apoyan sobre el torno y el dispositivo de inmovilización para fijarlo. Este contrapunto puede moverse y fijarse en diversas posiciones a lo largo de la bancada.

MOTORES

- Potencia del motor principal (habitualmente en Kw.).
- Potencia de la motobomba de refrigerante (en Kw.).

LUNETAS

No todos los tipos de tornos tienen las mismas especificaciones técnicas. Por ejemplo los tornos verticales no tienen contrapunto y solo se mecanizan las piezas sujetas al aire. El roscado a máquina con Caja Norton solo lo tienen los tornos paralelos.

4. MOVIMIENTOS DE TRABAJO EN LA OPERACIÓN DE TORNEADO

- ***Movimiento de corte***: Por lo general se imparte a la pieza que gira rotacionalmente sobre su eje principal. Este movimiento lo imprime un motor eléctrico que transmite su giro al husillo principal mediante un

sistema de poleas o engranajes. El husillo principal tiene acoplado a su extremo distintos sistemas de sujeción (platos de garras, pinzas, mandrinos auxiliares u otros), los cuales sujetan la pieza a mecanizar. Los tornos tradicionales tienen una gama fija de velocidades de giro, sin embargo los tornos modernos de Control Numérico la velocidad de giro del cabezal es variable y programable y se adapta a las condiciones óptimas que el mecanizado permite.

- ***Movimiento de avance***: Es el movimiento de la herramienta de corte en la dirección del eje de la pieza que se está trabajando. En combinación con el giro impartido al husillo, determina el espacio recorrido por la herramienta por cada vuelta que da la pieza. Este movimiento también puede no ser paralelo al eje, produciéndose así conos. En ese caso se gira el carro charriot, ajustando en una escala graduada el ángulo requerido, que será la mitad de la conicidad deseada. Los tornos convencionales tiene una gama fija de avances, mientras que los tornos de Control Numérico los avances son programables de acuerdo a las condiciones óptimas de mecanizado y los desplazamientos en vacío se realizan a gran velocidad.

- ***Profundidad de pasada****:* Movimiento de la herramienta de corte que determina la profundidad de material arrancado en cada pasada. La cantidad de material factible de ser arrancada depende del perfil del útil de corte usado, el tipo de material mecanizado, la velocidad de corte, potencia de la máquina, avance, etc.

- ***Nonios de los carros***: Para regular el trabajo de torneado los carros del torno llevan incorporado unos nonios en forma de tambor graduado, donde cada división indica el desplazamiento que tiene el carro, ya sea el longitudinal, el transversal o el charriot. La medida se va conformando de forma manual por el operador de la máquina por lo que se requiere que sea una persona muy experta quien lo manipule si se trata de conseguir dimensiones con tolerancias muy estrechas. Los tornos de control numérico ya no llevan nonios sino que las dimensiones de la

pieza se introducen en el programa y estas se consiguen automáticamente.

5. OPERACIONES DE TORNEADO

- ***CILINDRADO***

Esta operación consiste en la mecanización exterior a la que se somete a las piezas que tienen mecanizados cilíndricos. Para poder efectuar esta operación, con el carro transversal se regula la profundidad de pasada y, por tanto, el diámetro del cilindro, y con el carro paralelo se regula la longitud del cilindro. El carro paralelo avanza de forma automática de acuerdo al avance de trabajo deseado. En este procedimiento, el acabado superficial y la tolerancia que se obtenga puede ser un factor de gran relevancia. Para asegurar calidad al cilindrado el torno tiene que tener bien ajustada su alineación y concentricidad.

El cilindrado se puede hacer con la pieza al aire sujeta en el plato de garras, si es corta, o con la pieza sujeta entre puntos y un perro de arrastre, o apoyada en luneta fija o móvil si la pieza es de grandes dimensiones y peso. Para realizar el cilindrado de piezas o ejes sujetos entre puntos, es necesario previamente realizar los puntos de centraje en los ejes.

Cuando el cilindrado se realiza en el hueco de la pieza se llama mandrinado.

- ***REFRENTADO***

La operación de refrentado consiste en un mecanizado frontal y perpendicular al eje de las piezas que se realiza para producir un buen acoplamiento en el montaje posterior de las piezas torneadas. Esta operación también es conocida como fronteado. La problemática que tiene el refrentado es que la velocidad de corte en el filo de la herramienta va disminuyendo a medida que avanza hacia el centro, lo que ralentiza la operación. Para mejorar

este aspecto muchos tornos modernos incorporan variadores de velocidad en el cabezal de tal forma que se puede ir aumentando la velocidad de giro de la pieza.

- ***RANURADO***

El ranurado consiste en mecanizar unas ranuras cilíndricas de anchura y profundidad variable en las piezas que se tornean, las cuales tienen muchas utilidades diferentes. Por ejemplo, para alojar una junta tórica, para salida de rosca, para arandelas de presión, etc. En este caso la herramienta tiene ya conformado el ancho de la ranura y actuando con el carro transversal se le da la profundidad deseada. Los canales de las poleas son un ejemplo claro de ranuras torneadas.

- ***ROSCADO EN EL TORNO***

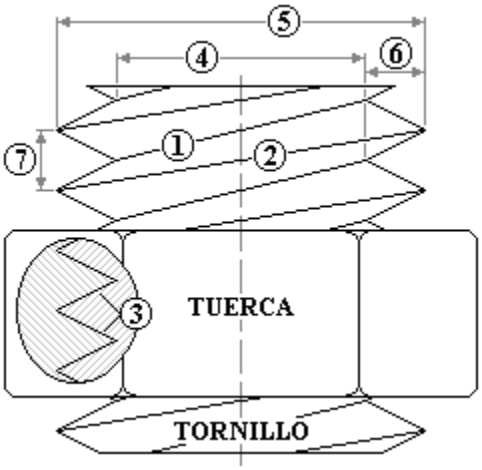
Hay dos sistemas de realizar roscados en los tornos, de un lado la tradicional que utilizan los tornos paralelos, mediante la Caja Norton, y de otra la que se realiza con los tornos CNC, donde los datos de la roscas van totalmente programados y ya no hace falta la caja Norton para realizarlo.

Para efectuar un roscado con herramienta hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Las roscas pueden ser exteriores (tornillos) o bien interiores (tuercas), debiendo ser sus magnitudes coherentes para que ambos elementos puedan enroscarse.

- Los elementos que figuran en la tabla son los que hay que tener en cuenta a la hora de realizar una rosca en un torno:

	Rosca exterior o macho	Rosca interior o hembra
1	Fondo o base	Cresta o vértice
2	Cresta o vértice	Fondo o base
3	Flanco	Flanco
4	Diámetro del núcleo	Diámetro del taladro
5	Diámetro exterior	Diámetro interior
6	Profundidad de la rosca	
7	Paso	



Para efectuar el roscado hay que realizar previamente las siguientes tareas:

- Tornear previamente al diámetro que tenga la rosca
- Preparar la herramienta de acuerdo con los ángulos del filete de la rosca.
- Establecer la profundidad de pasada que tenga que tener la rosca hasta conseguir el perfil adecuado.

- ***MOLETEADO***

El moleteado es un proceso de conformado en frío del material mediante unas **moletas** que presionan la pieza mientras da vueltas. Dicha deformación produce un incremento del diámetro de partida de la pieza. El moleteado se realiza en piezas que se tengan que manipular a mano, que generalmente vayan roscadas para evitar su resbalamiento que tendrían en caso de que tuviesen la superficie lisa.

El moleteado se realiza en los tornos con unas herramientas que se llaman moletas, de diferente paso y dibujo.

Un ejemplo de moleteado es el que tienen las monedas de 50 céntimos de euro, aunque en este caso el moleteado es para que los invidentes puedan identificar mejor la moneda.

El moleteado por deformación se puede ejecutar de dos maneras:

- Radialmente, cuando la longitud moleteada en la pieza coincide con el espesor de la moleta a utilizar.
- Longitudinalmente, cuando la longitud excede al espesor de la moleta. Para este segundo caso la moleta siempre ha de estar biselada en sus extremos.

- ***TORNEADO DE CONOS***

Un cono o un tronco de cono de un cuerpo de generación viene definido por los siguientes conceptos:

- Diámetro mayor
- Diámetro menor
- Longitud
- Ángulo de inclinación
- Conicidad

Los diferentes tornos mecanizan los conos de formas diferentes.

- Para mecanizar conos en los tornos paralelos convencionales se puede hacer de dos formas diferentes. Si la longitud del cono es pequeña, se mecaniza el cono con el charriot inclinado según el ángulo del cono. Si la longitud del cono es muy grande y el eje se mecaniza entre puntos, entonces se desplaza la distancia adecuada el contrapunto según las dimensiones del cono.

- ***TORNEADO ESFÉRICO***

El torneado esférico, por ejemplo el de rótulas, no tiene ninguna dificultad si se realiza en un torno de Control Numérico porque, programando sus medidas y la función de mecanizado radial correspondiente, lo realizará de forma perfecta.

Si el torno es automático de gran producción, trabaja con barra y las rótulas no son de gran tamaño, la rotula se consigue con un carro transversal donde las herramientas están afiladas con el perfil de la rótula.

Hacer rótulas de forma manual en un torno paralelo presenta cierta dificultad para conseguir exactitud en la misma. En ese caso es recomendable disponer de una plantilla de la esfera e irla mecanizando de forma manual y acabarla con lima o rasqueta para darle el ajuste final.

- ***SEGADO O TRONZADO***

Se llama segado a la operación de torneado que se realiza cuando se trabaja con barra y al finalizar el mecanizado de la pieza correspondiente es necesario cortar la barra para separar la pieza de la misma. Para esta operación se utilizan herramientas muy estrechas con un saliente de acuerdo al diámetro que tenga la barra y permita con el carro transversal llegar al centro de la barra. Es una operación muy común en tornos revólver y automáticos alimentados con barra y fabricaciones en serie.

- ***CHAFLANADO***

El chaflanado es una operación de torneado muy común que consiste en matar los cantos tanto exteriores como interiores para evitar cortes con los mismos y a su vez facilitar el trabajo y montaje posterior de las piezas. El chaflanado más común suele ser el de 1mm por 45º. Este chaflán se hace atacando directamente los cantos con una herramienta adecuada.

- ***MECANIZADO DE EXCÉNTRICOS***

Una excéntrica es una pieza que tiene dos o más cilindros con distintos centros o ejes de simetría, tal y como ocurre con los cigüeñales de motor, o los ejes de levas. Una excéntrica es un cuerpo de revolución y por tanto el mecanizado se realiza en un torno. Para mecanizar una excéntrica es necesario primero realizar los puntos de centraje de los diferentes ejes excéntricos en los extremos de la pieza que se fijará entre puntos.

- ***MECANIZADO DE ESPIRALES***

Una espiral es una rosca tallada en un disco plano y mecanizada en un torno, mediante el desplazamiento oportuno del carro transversal. Para ello se debe calcular la transmisión que se pondrá entre el cabezal y el husillo de avance del carro transversal de acuerdo al paso de la rosca espiral. Es una operación poco común en el torneado. Ejemplo de rosca espiral es la que tienen en su interior los platos de garras de los tornos, la cual permite la apertura y cierre de las garras.

PARÁMETROS DE CORTE DEL TORNEADO

Los parámetros de corte fundamentales que hay que considerar en el proceso de torneado son los siguientes:

- Elección del tipo de herramienta más adecuado.
- Sistema de fijación de la pieza.
- Velocidad de corte (V_c) expresada en metros/minuto:

La velocidad de corte excesiva puede dar lugar a:

- Desgaste muy rápido del filo de corte de la herramienta.
- Deformación plástica del filo de corte con pérdida de tolerancia del mecanizado.
- Calidad del mecanizado deficiente.

La velocidad de corte demasiado baja puede dar lugar a:

- Formación de filo de aportación en la herramienta.
- Efecto negativo sobre la evacuación de viruta.
- Baja productividad.
- Coste elevado del mecanizado.

    - Diámetro exterior del torneado

- Revoluciones por minuto (rpm) del cabezal del torno.
- Avance en mm/rev, de la herramienta.
- Avance en mm/mi de la herramienta.
- Profundidad de pasada.
- Esfuerzos de corte.
- Tipo de torno y accesorios adecuados.
- velocidad de rotación de la pieza.
- velocidad de avance.

Efectos de la velocidad de avance:

- Decisiva para la formación de viruta.
- Afecta al consumo de potencia.
- Contribuye a la tensión mecánica y térmica.

La elevada velocidad de avance da lugar a:

- Buen control de viruta
- Menor tiempo de corte
- Menor desgaste de la herramienta
- Riesgo más alto de rotura de la herramienta
- Elevada rugosidad superficial del mecanizado.

La velocidad de avance baja da lugar a:

- Viruta más larga
- Mejora de la calidad del mecanizado
- Desgaste acelerado de la herramienta
- Mayor duración del tiempo de mecanizado
- Mayor coste del mecanizado

6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LAS CONDICIONES TECNOLÓGICAS DEL TORNEADO

- ***Diseño y limitaciones de la pieza***: Tamaño, tolerancias del torneado, tendencia a vibraciones, sistemas de sujeción, acabado superficial, etc.
- ***Operaciones de torneado a realizar***: Cilindrados exteriores o interiores, refrentados, ranurados, desbaste, acabados, optimización para realizar varias operaciones de forma simultánea, etc.
- ***Estabilidad y condiciones de mecanizado***: Cortes intermitentes, voladizo de la pieza, forma y estado de la pieza, estado, potencia y accionamiento de la máquina, etc.
- ***Disponibilidad y selección del tipo de torno***: Posibilidad de automatizar el mecanizado, poder realizar varias operaciones de forma simultánea, serie de piezas a mecanizar, calidad y cantidad del refrigerante, etc.
- ***Material de la pieza***: Dureza, estado, resistencia, maquinabilidad, barra, fundición, forja, mecanizado en seco o con refrigerante, etc.
- ***Disponibilidad de herramientas***: Calidad de las herramientas, sistema de sujeción de la herramienta, acceso al distribuidor de herramientas, servicio técnico de herramientas, asesoramiento técnico.
- ***Aspectos económicos del mecanizado***: Optimización del mecanizado, duración de la herramienta, precio de la herramienta, precio del tiempo de mecanizado.

Aspectos especiales de las herramientas para mandrinar: se debe seleccionar el mayor diámetro de la barra posible y asegurarse una buena evacuación de la viruta. Seleccionar el menor voladizo posible de la barra. Seleccionar herramientas de la mayor tenacidad posible.

7. FORMACIÓN DE VIRUTA

El torneado ha evolucionado tanto que ya no se trata tan solo de arrancar material a gran velocidad, sino que los parámetros que componen el proceso tienen que estar estrechamente controlados para asegurar los resultados finales de economía calidad y precisión. En particular, la forma de tratar la viruta se ha convertido en un proceso complejo, donde intervienen todos los componentes tecnológicos del mecanizado, para que pueda tener el tamaño y la forma que no perturbe el proceso de trabajo. Si no fuera así se acumularían rápidamente masas de virutas largas y fibrosas en el área de mecanizado que formarían madejas enmarañadas e incontrolables.

La forma que toma la viruta se debe principalmente al material que se está cortando y puede ser tanto dúctil como quebradiza y frágil.

El avance con el que se trabaje y la profundidad de pasada suelen determinar en gran medida la forma de viruta. Cuando no bastan estas variables para controlar la forma de la viruta hay que recurrir a elegir una herramienta que lleve incorporado un rompevirutas eficaz.

8. MECANIZADO EN SECO Y CON REFRIGERANTE

Hoy en día el torneado en seco es completamente viable. Hay una tendencia reciente a efectuar los mecanizados en seco siempre que la calidad de la herramienta lo permita.

La inquietud se despertó durante los años 90, cuando estudios realizados en empresas de fabricación de componentes para automoción en Alemania pusieron de relieve el costo elevado de la refrigeración y sobre todo *de su reciclado*.

Sin embargo, el mecanizado en seco no es adecuado para todas las aplicaciones, especialmente para taladrados, roscados y mandrinados para garantizar la evacuación de las virutas.

Tampoco es recomendable tornear en seco materiales pastosos o demasiado blandos como el aluminio o el acero de bajo contenido en carbono ya que es muy probable que los filos de corte se embozen con el material que cortan, produciendo mal acabado superficial, dispersiones en las medidas de la pieza e incluso rotura de los filos de corte.

En el caso de mecanizar materiales de viruta corta como la fundición gris la taladrina, es beneficiosa como agente limpiador, evitando la formación de nubes de polvo toxicas.

La taladrina es imprescindible torneando materiales abrasivos tales como inoxidables, inconells, etc.

En el torneado en seco la maquinaria debe estar preparada para absorber sin problemas el calor producido en la acción de corte.

Para evitar sobrecalentamientos de husillos, etc, suelen incorporarse circuitos internos de refrigeración por aceite o aire.

Es necesario evaluar con cuidado operaciones, materiales, piezas, exigencias de calidad y maquinaria para identificar los beneficios de eliminar el aporte de refrigerante.

9. PUESTA A PUNTO DE LOS TORNOS

Para que un torno funcione correctamente y garantice la calidad de sus mecanizados, es necesario que periódicamente se someta a una revisión y puesta a punto donde se ajustarán y verificarán todas sus funciones.

Las tareas más importantes que se realizan en la revisión de los tornos son las siguientes:

Revisión de tornos	
Nivelación	Se refiere a nivelar la bancada y para ello se utilizará un nivel de precisión.
Concentricidad del cabezal	Se realiza con un reloj comparador y haciendo girar el plato a mano, se verifica la concentricidad del cabezal y si falla se ajusta y corrige adecuadamente.
Comprobación de redondez de las piezas	Se mecaniza un cilindro a un diámetro aproximado de 100 mm

	y con un reloj comparador de precisión se verifica la redondez del cilindro.
Alineación del eje principal	Se fija en el plato un mandril de unos 300 mm de longitud, se monta un reloj en el carro longitudinal y se verifica si el eje está alineado o desviado.
Alineación del contrapunto	Se consigue mecanizando un eje de 300 mm sujeto entre puntos y verificando con un micrómetro de precisión si el eje ha salido cilíndrico o tiene conicidad.

10. NORMAS DE SEGURIDAD EN EL TORNEADO

Cuando se está trabajando en un torno, hay que observar una serie de requisitos para asegurarse de no tener ningún accidente que pudiese ocasionar cualquier pieza que fuese despedida del plato o la viruta si no sale bien cortada. Para ello la mayoría de tornos tienen una pantalla de protección. Pero también de suma importancia es el prevenir ser atrapado(a) por el movimiento rotacional de la máquina, por ejemplo por la ropa o por el cabello largo.

NORMAS DE SEGURIDAD	
1	Utilizar equipo de seguridad: gafas de seguridad, caretas, etc.
2	No utilizar ropa holgada o muy suelta. Se recomiendan las mangas cortas.
3	Utilizar ropa de algodón.
4	Utilizar calzado de seguridad.
5	Mantener el lugar siempre limpio.

6	Es preferible llevar el pelo corto. Si es largo no debe estar suelto sino recogido.
7	No vestir joyería, como collares, pulseras o anillos.
8	Siempre se deben conocer los controles y funcionamiento del torno. Se debe saber como detener su operación.
9	Es muy recomendable trabajar en un área bien iluminada que ayude al operador, pero la iluminación no debe ser excesiva para que no cause demasiado resplandor.

PRENSA

La activación de estas prensas se hace con las manos. Se componen de dos platinas térmicas que se pegan al material que se esta trabajando para aplicar una fuerza de presión sobre toda la superficie del mismo. La regulación de la presión depende del la magnitud de agarre que esta requiera con la prensa para así obtener un posicionamiento fijo y fuerte. Las maquinas actuales presentan un sistema de control electrónico y números de registro de los ciclos de prensado realizados. Las prensas son divididas en 2 categorías:

- ***Abertura "ángulo":*** es el modelo más extendido y lo más barato. La abertura se hace gracias a la elevación de la platina superiora lo que permite una abertura con un ángulo de 40 grados.

- ***Abertura pivotante*:** la platina superiora gira sobre un eje situado detrás de la maquina lo que permite una economía de esfuerzos. Algunos modelos tienen dos platinas inferiores lo que aumenta la producción.

Estas prensas se emplean en operaciones de corte, estampación, doblado y embuticiones pequeñas. No son adecuadas para embuticiones profundas al aplicar la fuerza de forma rápida y no constante. No obstante el desarrollo de prensas con cinemática compleja (prensas de palanca articulada

o prensas *link drive*) ha hecho posible que puedan usarse para embuticiones más profundas y con aceros de alta resistencia elástica, ya que este tipo de prensas mecánicas reduce su velocidad, pudiendo deformar la chapa sin romperla.

De otro aspecto también se define la prensadora o prensa como, una máquina que acumula energía mediante un volante de inercia y la transmite bien mecánicamente (prensa de revolución total) o neumáticamente (prensa de revolución parcial) a un troquel o matriz mediante un sistema de biela-manivela.

Actualmente las prensas de revolución completa (también llamadas de embrague mecánico o de chaveta).

La fuerza generada por la prensa varía a lo largo de su recorrido en función del ángulo de aplicación de la fuerza. Cuanto más próximo esté el punto de aplicación al PMI (Punto Muerto Inferior) mayor será la fuerza, siendo en este punto (PMI) teóricamente infinita.

TALADRADO

El taladrado es un proceso de fabricación utilizado para hacer hoyos relativamente profundos, ya sean estos abiertos o cerrados. En este proceso el diámetro del hoyo se crea siguiendo el eje lineal o sea en forma axisimétrica.

Comúnmente es un método de manufactura para producir ejes o cilindros huecos, así como un tubo, o un capilar grande o cavidad tubular, donde se procura que el diámetro del hoyo sea constante. Por ejemplo, en un objeto cilíndrico donde el agujero ha de seguir la línea central o axis, se busca que el grosor de la ‘’pared’’ sea constante, y además, se espera un buen acabado en el diámetro interno recién hecho.

Por otro lado, el perforado profundo se puede llevar a cabo en partes que no son cilíndricas, pero esto muy probablemente requerirá una forma especial para acomodar y sujetar la parte a fin de darle soporte y facilitar el procedimiento.

1. DIFERENCIA ENTRE TALADRADO CONVENCIONAL Y TALADRADO PROFUNDO

La más práctica y principal diferencia entre el taladrado y el taladrado profundo, es como su nombre lo indica, el alcance y profundidad del orificio que se ha de producir. Las máquinas taladradoras para el taladrado profundo también conocido coloquialmente como taladrado de rifle (para cañón rayado de las armas de fuego, a diferencia del cañón de las escopetas que en su inmensa mayoría es liso y no se fabrica mediante taladrado, sino por forjado) normalmente operan en forma horizontal.

2. REGULARES Y NO REGULARES

El tamaño del hoyo, la distancia total de desplazamiento fuera de la línea axial, y la rugosidad en el acabado del hoyo son preocupaciones primordiales y constantes durante este proceso de mecanizado.

Diversos factores se necesitan evaluar antes de iniciar el proceso de mecanizado. Estos incluyen, pero no se limitan a: las velocidades de rotación y desplazamiento, los diámetros y profundidades, materiales, el calor (transferencia térmica) y agentes de enfriamiento, presiones y flujos, rotación y contrarrotación; pues todos estos afectan el transcurso de acción y son importantes para el cumplimiento exitoso del proceso. Consecuentemente, un hoyo ya acabado es el resultado de las influencias de todas las constantes y variables involucradas.

3. MATERIALES A SER TRABAJADOS

Entre los materiales que exitosamente pueden llegar a ser taladrados en forma profunda están los metales ferrosos y los no ferrosos, metales de transición y plásticos; las propiedades particulares del material se deben de tomar en consideración antes de perforar, puesto que las condiciones de mecanizado, tales como la superficie en pies por minuto (SFM) se necesitan ajustar de acuerdo.

Breve lista de materiales Metales ferrosos: Acero de diversos grados y composiciones.

- Aceros inoxidables: 17-4, 455
- Acero enfriado en aceite: O-1

Metales no ferrosos: Aluminio de diversos grados y composiciones.

- 6061

Metales de transición:

- Titanio.

Materiales sintéticos:

- Plástico.

Una práctica, pero tentativa, correlación de tamaños entre el diámetro y la profundidad de corte puede ser lo siguiente: Desde un diámetro de (1/32”) hasta una profundidad de (1 ½”) a un diámetro de ¾” por una profundidad de 36”

4. LA BROCA

La broca de perforación profunda difiere de otras brocas desde su aspecto de construcción hasta detalles en su geometría. Tres componentes principales en la broca de taladrado profundo son: su punta, su cuerpo y su mango

RECTIFICADORA

La rectificadora es una máquina herramienta, utilizada para conseguir mecanizados de precisión tanto en dimensiones como en acabado superficial, a veces a una operación de rectificado le siguen otras de *pulido* y *lapeado*.

Las piezas que se rectifican son principalmente de acero endurecido mediante tratamiento térmico, utilizando para ellos discos abrasivos robustos, llamados muelas. Las partes de las piezas que se someten a rectificado han sido mecanizadas previamente en otras máquinas herramientas antes de ser endurecidas por tratamiento térmico y se ha dejado solamente un pequeño excedente de material para que la rectificadora lo pueda eliminar con facilidad y precisión. La rectificación, pulido y lapeado también se aplica en la fabricación de cristales para lentes.

Las máquinas rectificadoras para piezas metálicas consisten básicamente en un bastidor que contiene una muela giratoria compuesta de granos abrasivos muy duros y resistentes al desgaste y a la rotura.

La velocidad de giro de las muelas es muy elevada, pudiendo llegar a girar a 30.000 rpm, dependiendo del diámetro de la muela.

Las rectificadoras para superficies planas, conocidas como planeadoras y tangenciales son muy sencillas de manejar, porque consisten en un cabezal provisto de la muela y un carro longitudinal que se mueve en forma de vaivén, donde va sujeta la pieza que se rectifica. La pieza muchas veces se sujeta en una plataforma magnética. Las piezas más comunes que se rectifican en estas máquinas son matrices, calzos y ajustes con superficies planas.

La rectificadora sin centros (centerless), consta de dos muelas y se utilizan para el rectificado de pequeñas piezas cilíndricas, como bulones, casquillos, pasadores, etc. Son máquinas que permite automatizar la alimentación de las piezas y por tanto tener un funcionamiento continuo y por tanto la producción de grandes series de la misma pieza. La rectificación sin centros pertenece a los procesos de rectificadora cilíndrica de exteriores.

Al contrario de la rectificación entre centros, la pieza no se sujeta durante la rectificación y por lo tanto no se necesita un contrataladro o un mecanismo de fijación en los extremos. En lugar de eso se apoya la pieza con su superficie sobre la platina de soporte y se coloca entre el disco rectificador que gira rápidamente y la platina regulable pequeña que se mueve lentamente. La platina de soporte de la rectificadora (también llamada regla de soporte o regla de dirección) está generalmente posicionada así que el centro del eje de la pieza se encuentra sobre la línea de unión entre los puntos medios del disco regulable y del disco rectificador.

Más, la platina de soporte está biselada para sostener la pieza en el disco regulable y el disco rectificador. El disco regulable está hecho de un material blando, por ejemplo una mezcla de caucho que puede tener granos duros para garantizar la fuerza de acople entre la pieza y el disco regulable.

Las rectificadoras universales son las rectificadoras más versátiles que existen porque pueden rectificar todo tipo de rectificados en diámetros exteriores de ejes, como en agujeros si se utiliza el cabezal adecuado. Son máquinas de gran envergadura cuyo cabezal portamuelas tiene un variador de velocidad para adecuarlo a las características de la muela que lleva incorporado y al tipo de pieza que rectifica.

1. PULIDO

Para obtener un óptimo acabado de las piezas procedentes de las operaciones de rectificado se emplean máquinas pulidoras que trabajan por aplicación de la pieza a una superficie abrasiva móvil, normalmente giratoria. El material arrancado en el pulido es prácticamente nulo y apenas modifica la dimensiones del rectificado.

2. LAPEADO

Es el proceso de acabado de una superficie por abrasión muy fina, con objeto de conseguir mucha precisión en el acabado superficial, conocida como rugosidad.

ESTUDIO DE MÉTODOS

El estudio de métodos es una herramienta que se usa con la intención de evaluar la eficiencia de los métodos de trabajo existentes, con vista de identificar las posibles fallas que posea que afecten de manera directa o indirecta la productividad de la empresa, para esto se aplican técnicas de estudios de movimientos y estudio de tiempos, entre otras. El estudio de métodos se logra de manera metodología, a través de un conjunto de procedimientos sistemáticos para someter a todas las operaciones de trabajo directo o indirecto a un concienzudo escrutinio, con el propósito de introducir mejoras que faciliten más la realización del trabajo en el menor tiempo posible

y con una menor inversión por unidad, con la finalidad de incrementar las utilidades de la empresa.

La técnica del estudio de métodos aporta beneficios de gran importancia para la empresa al mejorar la eficiencia eliminando el trabajo innecesario, las demoras evitables y otras formas de desperdicio, así como también la determinación del tiempo estándar que se requiere para la fabricación de un producto, el cumplimiento de las normas y estándares, y la retribución al trabajador por su rendimiento, entre muchos otros según sea el caso. Es la Técnica más recomendada para incrementar la productividad de la empresa y sus aplicaciones incluyen tanto el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos, procesos, herramientas, equipos y habilidades para fabricar un producto basado en los diseños desarrollados en la sección de la ingeniería de producción. Cuando el mejor método interactúa con las mejores habilidades disponibles, surge una relación maquina-trabajador eficiente. Una vez establecido el método completo, se incluye también un seguimiento para asegurar que se cumplen los estándares predeterminados.

El procedimiento Global incluye: definir el problema, desglosar el trabajo en operaciones, analizar cada operación para determinar los procedimientos de manufactura más económicos para la cantidad dada, con la debida consideración de la seguridad del operario y su interés en el trabajo, aplicar valores de tiempos adecuados, y después darle seguimiento para asegurar que opera el método prescrito.

Se entiende por *estudio de trabajo*, genéricamente, ciertas técnicas, y en particular el estudio de métodos y la medición del trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio de trabajo se divide en dos ramas que son las siguientes:

- ***Estudio de tiempos****:* Se define como un análisis científico y minucioso de los métodos y aparatos utilizados para realizar un trabajo, el

desarrollo de los detalles prácticos de la mejor manera de hacerlo y la determinación del tiempo necesario.

- ***Estudio de movimientos**:* Consiste en dividir el trabajo en los elementos más fundamentales posibles estudiar éstos independientemente y en sus relaciones mutuas, y una vez conocidos los tiempos que absorben ellos, crear métodos que disminuyan al mínimo el desperdicio de mano de obra.

Por otro lado tenemos que la O.I.T, aplica dos técnicas para llevar a cabo el Estudio del Trabajo como se observa en la siguiente figura, éstas son:

El estudio de métodos que es el registro y examen crítico sistemáticos de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillo y eficaces y de reducir los costos.

La medición del trabajo es la aplicación de las técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

FINES DEL ESTUDIO DE MÉTODOS

Los objetivos principales de esta técnica son; incrementar la productividad y la confiabilidad del producto tomando en cuenta la seguridad, y reducir el costo unitario, para producir más bienes y servicios de calidad. Se busca el “producir más con menos” mediante la aplicación inteligente de los principios de métodos. Se podrían definir como los principales fines del estudio de métodos los siguientes:

- Mejorar los procesos y procedimientos.
- Mejorar la disposición de la fábrica, taller, lugar de trabajo y modelos de maquinas.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- Mejorar la utilización de materiales, maquinarias y mano de obra.

- Crear mejores condiciones materiales de trabajo.

PROCEDIMIENTOS GRÁFICOS

Se conocen como representaciones gráficas de todas las actividades inherentes al proceso; estos permiten obtener una observación óptima de la relación entra las operaciones, así como también de los pequeños y grandes detalles que se logran de la observación directa dependiendo del proceso en estudio.

Cuando se trabaja en el diseño de un puesto de trabajo o de mejorar uno existente, los diagramas son una excelente herramienta para el analista de Métodos, ya que presentan de manera sencilla, clara y lógica la información actual de los hechos que tienen que ver con el proceso, por lo que se deben tomar en cuenta si se quiere hacer un mejor trabajo en un menor tiempo.

Debido a la gran utilidad de estos diagramas se ha estandarizado una variedad de ellos, entre los cuales se tiene:

- Diagrama de Operaciones.
- Diagrama de Proceso.
- Diagrama de Flujo y/o Recorrido.
- Diagrama Hombre-Máquina.
- Diagrama Bimanual.

La forma utilizada para describir las actividades dentro de los diagramas, se basa en una serie de símbolos que indican por ejemplo: todas aquellas etapas por la que pasa el material, los pasos dados por el operario de una estación a otra así como también las distancia que recorre, las operaciones por maquinaria utilizada, entre otras; dependiendo del diagrama utilizado.

Actualmente los símbolos que más se usan a nivel empresarial son los siguientes:

Símbolo	*Evento*	***Características***
○	Operación	Modificación intencional que se le hace a un objeto.
□	Inspección	Verificación de calidad y/o cantidad.
⇨	Transporte	Indica movimiento de los trabajadores, equipos o material de un lugar a otro.
D	Demora	Ocurre cuando existen retrasos o pérdidas de tiempo (evitable o inevitable).
▽	Almacenaje	Tiene lugar cuando un objeto se mantiene o protege contra un traslado no autorizado, puede ser temporal o permanente.
⊡	Combinado	Indica actividades realizadas conjuntamente por el mismo operario en el mismo punto de trabajo.

DIAGRAMA DE PROCESO

Es un diagrama que muestra la trayectoria lógica de un producto o procedimiento señalando todos los hechos mediante el símbolo correspondiente. Es más detallado que el de operaciones y se emplea para representar lo que hace la persona que trabaja o cómo se manipula el material, cómo se aplica el equipo. Es aplicable a un conjunto de ensamblaje (componentes) para lograr una mayor economía en la fabricación en los procedimientos. Permite establecer costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales.

DIAGRAMA DE FLUJO O RECORRIDO

Es un plano de la fábrica o taller, aproximado a escala que muestra la posición correcta de las máquinas y los puestos de trabajo. A partir de las

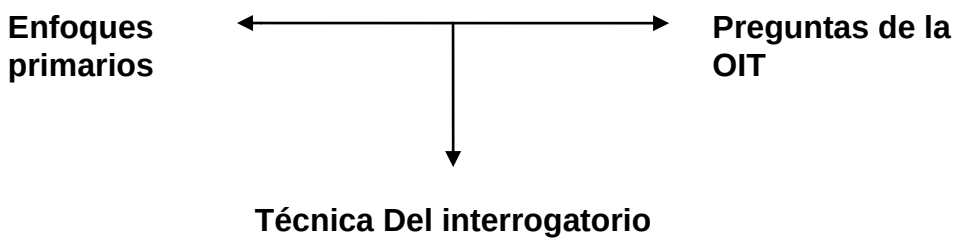
observaciones directas (IN SITV) se realizan los movimientos del producto, material, equipo, persona o componente, se emplea en ciertos casos los símbolos para identificar las actividades que se realizan en cada puesta.

Es una representación objetiva, planimétrica (LAYOUT) de la distribución de las zonas y edificios, debe tener correspondencia con las actividades del diagrama de proceso, indica por una flecha el sentido del flujo. Es de gran utilidad ya que permite:

1. Determinar la disposición de los equipos y puesto de trabajo.
2. Componente principal fijo
3. Proceso o función
4. Producto en línea
5. Por grupo
6. Elaboración de la distribución planimétrica (LAYOUT)
7. Evaluar el aprovechamiento del espacio físico
8. Concluir dimensiones (L*A*P)
9. Seleccionar escala y orientación adecuada
10. Determinar áreas de congestionamiento
11. Evaluar las zonas de almacenamiento
12. Considerar los recorridos inversos
13. Evaluar el acarreo de materiales y minimizar costos.

EXAMEN CRÍTICO

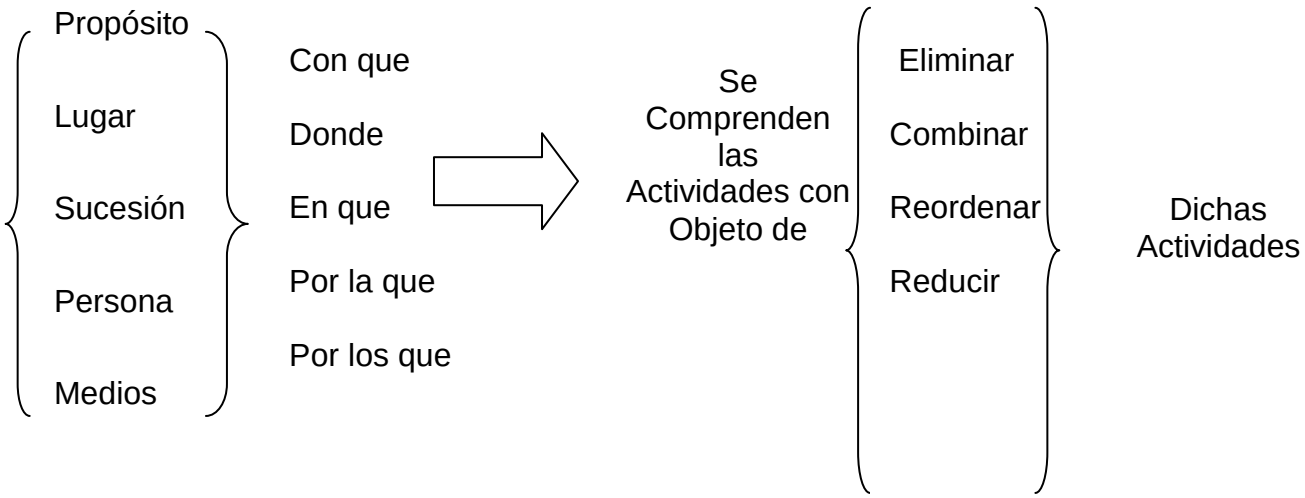
Consiste en una revisión minuciosa, detallada y de manera crítica de toda la información que se posee, es un escrutinio del conjunto de actividades desarrolladas en el proceso de forma tal, que se pongan a pruebas las posibles propuestas o soluciones, buscando alternativas factibles que permitan a su vez la posibilidad de combinar, simplificar, reducir ó eliminar dichas actividades, considerando cinco aspectos fundamentales: Propósito, Lugar, Sucesión, Medios, Persona.



TÉCNICA DEL INTERROGATORIO

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

FASE I*:* Consiste en averiguar los cinco elementos básicos.



Las preguntas que se cuestionan son:

- ✓ **Propósito:**
  - ¿Qué se hace?
  - ¿Por qué se hace?
  - ¿Qué otra cosa podría hacerse?

- ¿Qué debería hacerse?

✓ **Lugar:**

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

✓ **Sucesión:**

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

✓ **Persona:**

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

✓ **Medios**

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

FASE II: PREGUNTAS DE FONDO

Estas preguntas prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, seria factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona, el medio o todos. Investigan que se hace y por qué se hace según el “Debe Ser”.

LISTA INDICATIVA DE PREGUNTAS UTILIZABLES AL APLICAR EL INTERROGATORIO PREVISTO EN EL ESTUDIO DE MÉTODOS. ENFOQUES PRIMARIOS

Están agrupadas bajo los siguientes epígrafes:

a. Operaciones.
b. Modelo.
c. Condiciones exigidas por la inspección.
d. Manipulación de materiales.
e. Análisis del proceso.
f. Materiales
g. Organización del trabajo.
h. Disposición del lugar de trabajo
i. Herramientas y equipo.
j. Condiciones del trabajo.
k. 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. ¿No podría el proveedor de material efectuarla en forma más económica?
8. ¿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?
9. ¿Hay alguna operación posterior que elimine la necesidad de efectuar la que se estudia ahora?
10. ¿La operación se efectúa por la fuerza de la costumbre?
11. ¿Se implantó para reducir el costo de una operación anterior?; ¿o de una operación posterior?
12. ¿Fue añadida por el departamento de ventas como suplemento fuera de serie?
13. ¿Puede comprarse la pieza a menor costo?
14. Si se añadiera una operación, ¿se facilitaría la ejecución de otras?
15. ¿La operación se puede efectuar de otro modo con el mismo resultado?
16. Si la operación se implantó para rectificar una dificultad que surge posteriormente, ¿es posible que la operación sea más costosa que la dificultad?
17. ¿No cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?
18. ¿Podría combinarse la operación con una operación anterior o posterior?

B. Modelo

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

m. ¿Permite el modelo de la pieza seguir una buena práctica de fabricación?
n. ¿Pueden obtenerse resultados equivalentes cambiando el modelo de modo que se reduzcan los costos?
o. ¿No puede utilizarse una pieza de serie en vez de ésta?
p. ¿Cambiando el modelo se facilitaría la venta?; ¿se ampliada el mercado?
q. ¿No podría convertirse una pieza de serie para reemplazar a ésta?
r. ¿Puede mejorarse el aspecto del artículo sin perjuicio para su utilidad?
s. ¿El costo suplementario que supondría mejorar el aspecto y la utilidad del producto que darla compensado por un mayor volumen de negocios?
t. ¿El aspecto y la utilidad del producto son los mejores que se puedan presentar en plaza por el mismo precio?
u. ¿Se utilizó el análisis del valor?

C. Condiciones Exigidas Por La Inspección

1. ¿Qué condiciones de inspección debe llenar esta operación?
2. ¿Todos los interesados conocen esas condiciones?
3. ¿Qué condiciones se exigen en las operaciones anteriores y posteriores?
4. Si se modifican las condiciones exigidas a esta operación, ¿será más fácil de efectuar?
5. Si se modifican las condiciones exigidas a la operación anterior será más fácil de efectuar?
6. ¿Son realmente necesarias las normas de tolerancia, variación, acabado y demás?
7. ¿Se podrían elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?
8. ¿Se reducirían apreciablemente los costos si se rebajaran las normas?

9. ¿Existe alguna forma de dar al producto acabado una calidad superior a la actual?
10. ¿Las normas aplicadas a este producto (u operación) son superiores, inferiores o iguales a las de productos (u operaciones) similares?
11. ¿Puede mejorarse la calidad empleando nuevos procesos?
12. ¿Se necesitan las mismas normas para todos los clientes?
13. 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?
14. ¿Las tolerancias aplicadas en la práctica son las mismas que las indicadas en el plano?
15. ¿Concuerdan todos los interesados en lo que es la calidad aceptable?
16. ¿Cuáles son las principales causas de que se rechace esta pieza?
17. ¿La norma de calidad está precisamente definida o es cuestión de apreciación personal?

D. 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 justifica un transportador? Y en caso afirmativo, ¿qué tipo seria más apropiado para el uso previsto?

7. ¿Es posible aproximar entre ellos los puntos donde se efectúan las sucesivas fases de la operación y resolver el problema de la manipulación aprovechando la fuerza de gravedad?
8. ¿Se puede empujar el material de un operario a otro a lo largo del banco?
9. ¿Se puede despachar el material desde un punto central con un transportador?
10. ¿El tamaño del recipiente o contenedor corresponde a la cantidad de material que se va a trasladar?
11. ¿Puede el material llevarse hasta un punto central de inspección con un transportador?
12. ¿Podría el operario inspeccionar su propio trabajo?
13. ¿Puede idearse un recipiente que permita alcanzar el material más fácilmente?
14. ¿Podría colocarse un recipiente en el puesto de trabajo sin quitar el material?
15. ¿Podría utilizarse con provecho un chigre eléctrico o neumático o cualquier otro dispositivo para izar?
16. Si se utiliza una grúa de puente. ¿Funciona con rapidez y precisión?
17. ¿Puede utilizarse un tractor con remolque? ¿Podría reemplazarse el transportador por ese tractor o por un ferrocarril de empresa industrial?
18. ¿Se podría aprovechar la fuerza de gravedad empezando la primera operación a un nivel más alto?
19. ¿Se podrían usar canaletas para recoger el material y hacerlo bajar hasta unos contenedores?
20. ¿Se resolvería más fácilmente el problema del curso y manipulación de los materiales trazando un cursograma analítico?
21. ¿Está el almacén en un lugar cómodo?
22. ¿Están los puntos de carga y descarga de los camiones en lugares céntricos?
23. ¿Pueden utilizarse transportadores de un piso a otro?
24. ¿Se podrían utilizar en los puestos de trabajo recipientes de materiales portátiles cuya altura llegue a la cintura?
25. ¿Es fácil despachar las piezas a medida que se acaban?

26. ¿Se evitarla con una placa giratoria la necesidad de desplazarse?
27. ¿La materia prima que llega se podría descargar en el primer puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
28. ¿Podrían combinarse operaciones en un solo puesto de trabajo para evitar la doble manipulación?
29. ¿Se podría evitar la necesidad de pesar las piezas si se utilizaran recipiente estandarizado?
30. ¿Se eliminarían las operaciones con grúa empleando un montacargas hidráulico?
31. ¿Podría el operario entregar las piezas que acaba al puesto de trabajo siguiente?
32. ¿Los recipientes son uniformes para poderlos apilar y evitar que ocupen demasiado espacio en el sucio?
33. ¿Se pueden comprar los materiales en tamaños más fáciles de manipular?
34. ¿Se ahorrarían demoras si hubiera señales (luces. timbres, etc.) que avisaran cuando se necesite más material?
35. ¿Se evitarían los agolpamientos con una mejor programación de las etapas?
36. ¿Se evitarían las esperas de la grúa con una mejor planificación?
37. ¿Pueden cambiarse de lugar los almacenes y las pilas de materiales para reducir la manipulación y el transporte?

E. Análisis Del Proceso

1. ¿La operación que se analiza puede combinarse con otra? ¿No se puede eliminar?
2. ¿Se podría descomponer la operación para añadir sus diversos elementos a otras operaciones?
3. ¿Podría algún elemento efectuarse con mejor resultado como operación aparte?
4. ¿La sucesión de operaciones es la mejor posible? ¿O mejoraría si se le modificara el orden?

5. ¿Podría efectuarse la misma operación en otro departamento para evitar los costos de manipulación?
6. ¿No seda conveniente hacer un estudio conciso de la operación estableciendo su cursograma analítico?
7. Si se modificara la operación, ¿qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?; ¿y sobre el producto acabado?
8. Si se puede utilizar otro método para producir la pieza, ¿se justificaría el trabajo y el despliegue de actividad que acarrearía el cambio?
9. ¿Podrían combinarse la operación y la inspección?
10. ¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando está acabado?
11. Si hubiera giras de inspección, ¿se eliminarían los desperdicios, mermas y gastos injustificados?
12. ¿Podrían fabricarse otras piezas similares utilizando el mismo método, las mismas herramientas y la misma forma de organización?

F. 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 elaborado?
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 reducida el número de materiales utilizados si se estandarizara 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. ¿El proveedor de material lo somete a operaciones que no son necesarias para el proceso estudiado?
16. ¿Se podrían utilizar materiales extraídos?
17. Si el material fuera de una calidad más constante, ¿podría regularse mejor el proceso?
18. ¿No se podría reemplazar la pieza de fundición por una pieza fabricada, para ahorrar en los costos de matrices y moldeado?
19. ¿Sobra suficiente capacidad de producción para justificar esa fabricación adicional?
20. ¿El material es entregado sin bordes filosos ni rebabas?
21. ¿Se altera el material con el almacenamiento?
22. ¿Se podrían evitar algunas de las dificultadas que surgen en el taller si se inspeccionara más cuidadosamente el material cuando es entregado?
23. ¿Se podrían reducir los costos y demoras de inspección efectuando la inspección por muestreo y clasificando a los proveedores según su fiabilidad?”,
24. ¿Se podría hacer la pieza de manera más económica con retazos de material de otra calidad?

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, el almacén de herramientas, el de materiales y en la teneduría de libros del taller?
8. ¿La disposición de la zona de trabajo da buen resultado o podría mejorarse?
9. ¿Los materiales están bien situados?
10. ¿Si la operación se efectúa constantemente, ¿cuánto tiempo se pierde al principio y al final del turno en operaciones preliminares y puesta en orden?
11. ¿Cómo se mide la cantidad de material acabado?
12. ¿Existe un control preciso entre las piezas registradas y las pagadas?
13. ¿Se podrían utilizar contadores automáticos?
14. ¿Qué clase de anotaciones deben hacer los operarios para llenar las tarjetas de tiempo, los bonos de almacén y demás fichas?
15. ¿Qué se hace con el trabajo defectuoso?
16. ¿Cómo está organizada la entrega y mantenimiento de las herramientas?
17. ¿Se llevan registros adecuados del desempeño de los operarios?
18. ¿Se hace conocer debidamente a los nuevos obreros los locales donde trabajarán y se les dan suficientes explicaciones?
19. ¿Cuando los trabajadores no alcanzan cierta norma de desempeño, ¿se averiguan las razones?
20. ¿Se estimula a los trabajadores a presentar ideas?
21. ¿Los trabajadores entienden de veras el sistema de salarios por rendimiento según el cual trabajan?

H. 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. ¿Existen superficies adecuadas de trabajo para las operaciones secundarias, como la inspección y el desbarbado?
9. ¿Existen instalaciones para eliminar y almacenar las virutas y desechos?
10. ¿Se han tomado suficientes medidas para dar comodidad al operario, previendo, por ejemplo, ventiladores, sillas, enrejados de madera para los pisos mojados, etc.?
11. ¿La luz existente corresponde a la tarea de que se trate?
12. ¿Se ha previsto un lugar para el almacenamiento de herramientas y calibradores?
13. ¿Existen armarios para que los operarios puedan guardar sus efectos personales?

I. Herramientas Y Equipo

1. ¿Podría idearse una plantilla que sirviera para varias tareas?
2. ¿Es suficiente el volumen de producción para justificar herramientas y dispositivos muy perfeccionados y especializados?
3. ¿Podría utilizarse un dispositivo de alimentación o carga automática?
4. ¿La plantilla no se podría hacer con material más liviano o ser de un modelo que lleve menos material y se maneje más fácilmente?
5. ¿Existen otros dispositivos que puedan adaptarse para esta tarea?

6. ¿El modelo de la plantilla es el más adecuado?
7. ¿Disminuida la calidad si se empleara un herramental más barato?
8. ¿Tiene la plantilla un modelo que favorezca al máximo la economía de movimientos?
9. ¿La pieza puede ponerse y quitarse rápidamente de la plantilla?
10. ¿Sería útil un mecanismo instantáneo mandado por leva para ajustar la plantilla, la grapa o la tuerca?
11. ¿No se podrían instalar eyectores en el soporte para que la pieza se soltara automáticamente cuando se abriera el soporte?
12. ¿Se suministran las mismas herramientas a todos los operarios?
13. ¿Si el trabajo tiene que ser exacto, ¿se dan a los operarios calibradores y demás instrumentos de medida adecuados?
14. ¿El equipo de madera está en buen estado y los bancos no tienen astillas levantadas?
15. ¿Se reducida la fatiga con un banco o pupitre especial que evitara la necesidad de encorvarse, doblarse y estirarse?
16. ¿Es posible el montaje previo?
17. ¿Puede utilizarse un herramental universal?
18. ¿Puede reducirse el tiempo de montaje?
19. ¿Las herramientas están en posiciones calculadas para el uso a fin de evitar la demora de la reflexión?
20. ¿Cómo se reponen los materiales utilizados?
21. ¿Seria posible y provechoso proporcionar al operario un chorro de aire accionado con la mano o con pedal?
22. ¿Se podría utilizar plantillas?
23. ¿Se podrían utilizar guías o chavetas de punta chata para sostener la pieza?
24. ¿Qué hay que hacer para terminar la operación y guardar las herramientas y accesorios?

J. 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 ¿no se podrían 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 de 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 del 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 cuánta 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?

K. Enriquecimiento De La Tarea De Cada Puesto

1. ¿Es la tarea aburrida o monótona?
2. ¿Puede hacerse la operación más interesante?
3. ¿Puede combinarse la operación con operaciones precedentes o posteriores a fin de ampliarla?
4. ¿Cuál es el tiempo del ciclo?
5. ¿Puede el operario efectuar el montaje de su propio equipo?
6. ¿Puede el operario realizar la inspección de su propio trabajo?
7. ¿Puede el operado desbarbar su propio trabajo?

8. ¿Puede el operado 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 trabajo?
12. ¿Se puede aplicar la distribución del trabajo organizada por grupos?
13. ¿Es posible y deseable el horario flexible?
14. ¿El ritmo de la operación está determinado por el de la máquina?
15. ¿Se pueden prever existencias reguladoras para permitir variaciones en el ritmo de trabajo?
16. ¿Recibe el operario regularmente información sobre su rendimiento?

ANÁLISIS OPERACIONAL

Es un procedimiento empleado por el ingeniero de métodos para analizar todos los elementos productivos y no productivos de una operación con vistas a su mejoramiento. La ingeniería de métodos tiene por objeto idear procedimientos para incrementar la producción por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios mientras se mantiene o mejora la calidad.

Aspectos A Considerar En El Análisis Operacional:

- ✓ Los hechos deben examinarse como son y no como parecen.
- ✓ Rechazar ideas preconcebidas.
- ✓ Reto y escepticismo.
- ✓ Atención continua y cuidadosa.

ENFOQUES PRIMARIOS

Definimos como enfoques primarios todas aquellas áreas a las cuales necesariamente se le debe hacer un estudio con el fin de evaluar como se esta llevando a cabo el trabajo según patrones ya definidos. Estos son los Siguientes:

- ✓ Propósito de la operación
- ✓ Diseño de la parte ó pieza
- ✓ Tolerancias y/o especificaciones
- ✓ Materiales
- ✓ Análisis de proceso
- ✓ Preparación y herramental
- ✓ Condiciones de trabajo
- ✓ Distribución de la planta y equipo
- ✓ Manejo de materiales
- ✓ Principios de la economía de movimiento

- **Propósito De La Operación*:***

Una regla cardinal que el analista debe observar es tratar de eliminar o combinar una operación antes de mejorarla. Una cantidad excesiva de trabajo innecesario se efectúa en la actualidad. En muchos casos, el trabajo o el proceso no se deben simplificar o mejorar, sino que se debe eliminar por completo. Si un trabajo puede ser suprimido no hay necesidad de gastar dinero en la implantación de un método mejorado. Ninguna interrupción o demora se origina mientras se desarrolla la prueba e implanta un método mejorado. No es necesario adiestrar nuevos operarios para el nuevo método.

- **Diseño De La Pieza:**

El ingeniero de métodos con frecuencia se inclina a creer que una vez que un diseño ha sido ha sido aceptado solo queda planear su manufactura de la manera más económica posible. Se reconoce que por lo general es difícil introducir a un ligero cambio en el diseño; no obstante, un buen analista de métodos debe revisar todo diseño en busca de mejoras posible. Los diseños no son permanentes y pueden cambiarse, y si resulta un mejoramiento y la importancia del trabajo es significativa, entonces se debe realizar el cambio sin cortapisas. Para mejorar un diseño el analista debe tener presentes las siguientes indicaciones para diseños de costo menor:

- **Reducir el número de partes, simplificando el diseño**

Reducir el número de operaciones y la magnitud de los recorridos en la fabricación uniendo mejor las partes y haciendo más fáciles el acabado a máquina y el ensamblaje.

- **Utilizar un mejor material.**

Liberalizar las tolerancias y confiar en la exactitud de las operaciones “clave” en vez de en series de limites sostenidos estrechamente.

- **Tolerancias Y Especificaciones:**

Muchas veces este punto se considera en parte al revisar el diseño. Sin embargo, generalmente esto no es adecuado y conviene considerar el asunto de las tolerancias y especificaciones independientemente de los otros enfoques en el análisis de la operación. Las tolerancias y especificaciones se refieren a la calidad del producto y, la calidad, de acuerdo con la American Society For Quality Control es la totalidad de los elementos y características de un producto

o servicio que se fundan en su capacidad para satisfacer necesidades específicas.

Los diseñadores tienen una tendencia natural a establecer especificaciones más rigurosas de o necesarias cuando desarrollan un producto. Esto se realiza por una o dos razones: (1) una falta de apreciación de los elementos de costo, y (2) la creencia de que es necesario especificar tolerancias y especificaciones más estrechas de lo realmente necesario para hacer que los departamentos de fabricación se apaguen al intervalo de tolerancias requerido. El analista de métodos debe estar versado en los asuntos de costos y estar bien enterado de lo que las especificaciones con límites más estrechos de lo necesario pueden hacer al precio de venta.

El analista debe estar alerta ante las especificaciones demasiado liberales o demasiado restrictivas. El cierre de una tolerancia con frecuencia facilita una operación de ensamblado o algún otro paso subsecuente. Esto puede estar económicamente justificado aunque aumenta el tiempo necesario para realizar la operación actual. A este respecto, el analista debe tener presente que la tolerancia global es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las tolerancias individuales que comprende la tolerancia global.

- **Material:**

Una de las primeras cuestiones que considera un ingeniero cuando diseña un nuevo producto es: “¿Qué material se utilizara?” puesto que la capacidad para elegir el material correcto depende del conocimiento que de los materiales tenga el diseñador, y como es difícil escogerlo por la gran variedad de materiales disponibles, en muchas ocasiones es posible y practico incorporar un material mejor y más económico a un diseño existente. El analista de métodos debe tener en mente seis consideraciones relativas a los materiales directos e indirectos utilizados en un proceso. Tales son:

- ✓ Hallar un material menos costoso.
- ✓ Encontrar materiales más fáciles de procesar.
- ✓ Emplear materiales en forma más económica.

- ✓ Utilizar materiales de desecho.
- ✓ Usar más económicamente los suministros y las herramientas.
- ✓ Estandarizar los materiales.

- **Procesos De Manufactura:**

Desde el punto de vista del mejoramiento de los procesos de manufactura hay que efectuar una investigación de cuatro aspectos:

- ✓ Al cambio de una operación, considerar los posibles efectos sobre otras operaciones.
- ✓ Mecanización de las operaciones manuales.
- ✓ Utilización de mejores maquinas y herramientas en las operaciones mecánicas; y
- ✓ Operación más eficiente de los dispositivos e instalaciones mecánicas.

- **Preparación y Herramental:**

Uno de los elementos más importantes a considerar en todos los tipos de herramental y preparación es el económico. La cantidad de herramental más ventajosa depende de:

- ✓ La cantidad de piezas a producir.
- ✓ La posibilidad de repetición del pedido.
- ✓ La mano de obra que se requiere.
- ✓ Las condiciones de entrega.
- ✓ El capital necesario.

Uno de los errores mas comunes entre el personal de planeación de procesos y diseño de herramientas es el de invertir sumas considerables en dispositivos altamente economizadores si fuesen utilizados, pero rara vez se usarán.

- **Condiciones de Trabajo:**

El analista de métodos debe aceptar como parte de su responsabilidad el que haya condiciones de trabajo que se han apropiadas, seguras y cómodas. Las condiciones de trabajo ideales elevaran las marcas de seguridad, reducirán el ausentismo y la impuntualidad, elevarán la moral del trabajador y mejorarán las relaciones públicas, además de incrementar la producción. Las siguientes son algunas consideraciones para lograr mejores condiciones de trabajo:

a. Mejoramiento del alumbrado.
b. Control de la temperatura.
c. Ventilación adecuada.
d. Control del ruido.
e. Promoción del orden, la limpieza y el cuidado de los locales.
f. Eliminación de elementos irritantes y nocivos como polvo, humo, vapores, gases y nieblas.
g. Protección en los puntos de peligro como sitios de corte y de transmisión de movimiento.
h. Dotación del equipo necesario de protección personal.
i. Organizar y hacer cumplir un programa adecuado de primeros auxilios.

- **Manejo de Materiales:**

El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. El manejo adecuado de los materiales permite, por lo tanto, la entrega de un surtido adecuado en el momento oportuno y en condiciones apropiadas en el punto de empleo y con el menor costo total. Los beneficios tangibles e intangibles del manejo de materiales pueden reducirse a

cuatro objetivos principales, según la American Material Handlings Society (Sociedad Norteamericana para el Manejo de Materiales), que son:

1. Reducción de costos de manejo:
    a) Reducción de costos de mano de obra.
    b) Reducción de costos de materiales.
    c) Reducción de costos de gastos generales.

2. Aumento de capacidad:
    a) Incremento de producción.
    b) Incremento de capacidad de almacenamiento.
    c) Mejoramiento de la distribución del equipo.

3. Mejora en las condiciones de trabajo:
    a) Aumento en la seguridad.
    b) Disminución de la fatiga.
    c) Mayores comodidades al personal.

4. Mejor distribución:
    a) Mejora en el sistema de manejo.
    b) Mejora en las instalaciones de recorrido.
    c) Localización estratégica de almacenes.
    d) Mejoramiento en el servicio a usuarios.
    e) Incremento en la disponibilidad del producto.

Considerando los seis puntos siguientes es posible reducir el tiempo y la energía empleados en el manejo de materiales:

a. Reducir el tiempo destinado a recoger el material.
b. Reducir la manipulación de materiales recurriendo a equipo mecánico.
c. Hacer mejor uso de los dispositivos de manejo existentes.
d. Manejar los materiales con el mayor cuidado.

- **Distribución del Equipo en la Planta:**

El principal objetivo de la distribución efectiva del equipo en la planta es desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número de productos deseados, con la calidad también deseada y al menor costo posible. La distribución del equipo es un elemento importante de todo un sistema de producción que abarca las tarjetas de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, encaminamiento y recorrido y despacho del trabajo. Todos estos elementos deben ser integrados cuidadosamente para alcanzar la meta establecida.

- **Tipos de Distribuciones:**

Toda distribución corresponde a uno o la combinación de dos tipos básicos de distribución. Estos tipos son el de línea recta, o por producto, y el funcional o por proceso. En la distribución en línea recta la maquinaria se sitúa de modo que la circulación o flujo de una operación a la siguiente, es mínima para cada clase de producto. Este tipo de distribución es muy usado en ciertos procesos de producción en masa, ya que de esta manera los costos por manejo de materiales son menores que cuando se tiene la agrupación de maquinaria por proceso. La distribución por proceso o funcional consiste en la agrupación de instalaciones o maquinarias semejantes.

Cualquiera que sea el tipo de agrupación que se considere, se debe tener en cuenta los siguientes puntos principales para el mejoramiento tanto en la planta como en la oficina:

a. Producción en serie, (o masiva en línea recta): el material puesto a un lado debe estar en condiciones de entrar a la siguiente operación.
b. Producción diversificada: la distribución debe permitir costos traslados y entregas, y el material debe estar convenientemente al alcance del operario.
c. El operario debe tener fácil acceso visual a las estaciones de trabajo, sobre todo a las porciones de aquellas que requieren control.
d. Diseño de la estación: debe permitir a los operadores cambiar de posición regularmente durante el periodo de trabajo.
e. Operaciones en maquinas múltiples: el equipo debe estar agrupado alrededor del operario.
f. Apilamiento eficiente de productos: las áreas de almacenamiento tienes que estar dispuestas de modo que se aminoren la busca y el doble manejo o manipulación.
g. Mayor eficiencia del obrero: los sitios de servicios deben estar cerca de las áreas de producción.
h. En las oficinas: debe haber una distancia de separación entre los empleados de por lo menos 1.5 m.

- **Principios de la Economía de Movimientos:**

Son patrones de referencia que permiten evaluar las actividades que ejecuta el operario con las manos, para de esta forma determinar mejoras en el método prescrito.

DESARROLLO DE UN NUEVO MÉTODO DE TRABAJO

Para desarrollar un mejor método para ejecutar el trabajo, es necesario considerar las respuestas obtenidas. Las respuestas conducen a tomar las siguientes acciones:

- Eliminar: si las primeras preguntas ¿por qué? y ¿para qué? no pudieron contestarse en forma razonable, quiere decir que el detalle bajo análisis no se justifica y debe ser eliminado.
- Cambiar: las respuesta a las preguntas ¿cuándo?, ¿dónde? y ¿quién? pueden lograr que se cambien las circunstancias del lugar; tiempo y persona en que se ejecuta el trabajo.
- Cambiar y reorganizar: si se tuvo la necesidad de cambiar alguna de las circunstancias bajo las cuales se ejecuta el trabajo, generalmente surgirá la necesidad de cambiar algunos detalles y reorganizarlos para obtener una secuencia más lógica.
- Simplificar: todos aquellos detalles que no hayan podido ser eliminados, posiblemente puedan ser ejecutados en una forma más fácil y rápida. La respuesta a la pregunta ¿cómo?, llevará a simplificar la forma de ejecución.

APLICACIÓN DEL NUEVO MÉTODO DE TRABAJO

Antes de instalar una mejora es necesario tener la seguridad de que la solución es práctica bajo las condiciones de trabajo en que se va operar. Para no olvidar nada se debe hacer una revisión de la idea. Esta revisión deberá incluir como partes fundamentales todos los aspectos económicos y de seguridad, así como otros factores: calidad del producto, cantidad de fabricación del producto, etc.

Si una vez considerados estos aspectos se ve que la proposición es buena y funcionará en la practica, hay que ver si se van efectuar a otros departamentos o a otras personas. Cuando esto sucede, hay que tener cuidado de vigilar todos los aspectos humanos y psicológicos, pues generalmente son de mayor importancia y trascendencia que los otros. Si se logra el entendimiento y la cooperación de la gente, disminuirán enormemente las dificultades de implantación y prácticamente se asegura el éxito. Recuérdese que la cooperación no se puede exigir, se tiene que ganar.

Los intereses de los individuos afectados favorables o desfavorablemente por una modificación deben tenerse siempre en mente. Por lo tanto, es conveniente, mantener informada con anticipación a la gente de los cambios que la afectarán. Tratar al personal con la categoría y dignidad que se merece su calidad de humanos. Promover que todos den sugerencias. Dar reconocimiento por su participación a quien lo merezca. Ser honesto en el uso de las sugerencias ajenas, explicar las razones por las que una idea sugerida resulta impractica y hacer sentir a la gente que forma parte del esfuerzo común por mejorar las condiciones de trabajo en la fábrica.

ESTUDIO DE TIEMPOS

Esta actividad implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Existen varios tipos de técnicas que se utilizan para establecer un estándar, cada una acomodada para diferentes usos y cada uso con diferentes exactitudes y costos. Algunos de los métodos de medición de trabajo son:

1. Estudio del tiempo
2. Datos predeterminados del tiempo.
3. Datos estándar.
4. Datos históricos.
5. Muestreo de trabajo.

Objetivos del Estudio de Tiempos

- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos
- Conservar los recursos y minimizan los costos
- Efectuar la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía
- Proporcionar un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad del estudio de movimientos
- Eliminar o reducir los movimientos ineficientes y acelerar los eficientes

EQUIPO NECESARIO PARA LA REALIZACIÓN DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo o por su conveniencia equipo de computo.

Además de lo anterior, ciertos instrumentos registradores de tiempo que se emplean con éxito y tienen algunas ventajas sobre el cronómetro, son las máquinas registradoras de tiempo, las cámaras cinematográficas y el equipo de videocinta.

Cronómetros

1. Cronómetro decimal de minutos (de 0.01 min)

2. Cronómetro decimal de minutos (de 0.001 min)

3. Cronómetro decimal de horas (de 0.0001 de hora)

4. Cronómetro electrónico.

5. Cronómetros electrónicos auxiliados por computadora

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 (1 min.)

El cronómetro decimal de minutos de 0.001 minutos es parecido al cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Cada división de la manecilla mayor corresponde a un milésimo de minuto de este modo, la manecilla mayor o rápida tarda 0.10 min., en dar una vuelta completa en la carátula, en vez de un minuto como en el cronómetro decimal de minutos de 0.01 min. Se usa para tomar el tiempo de elementos muy breves a fin de obtener datos estándares. Este 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. 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.

Cronómetros electrónicos, éstos proporcionan una resolución de un centésimo de segundo y una exactitud de 0.002%. Cuando el instrumento está en el modo de regreso rápido (*snapback*), pulsando el botón de lectura se registra el tiempo para el evento y automáticamente regresa a cero y comienza a acumular el tiempo para el siguiente, cuyo tiempo se exhibe apretando el botón de lectura al término del suceso.

Los cronómetros electrónicos operan con baterías recargables. Normalmente éstas deben ser recargadas después de 14 horas de servicio continuo. Los cronómetros electrónicos profesionales tienen integrados indicadores de funcionamiento de baterías, para evitar una interrupción inoportuna de un estudio debido a falla de esos elementos eléctricos.

Reglas para seleccionar elementos

Los elementos deberán ser de fácil identificación, con inicio y termino claramente definido. El comienzo o fin puede ser reconocido por medio de un sonido, por ejemplo, cuando se enciende la luz, se inicia o termina un movimiento básico. Los elementos deben ser todo lo breves posible. Se ha de separar los elementos manuales de los de máquina, durante los manuales es el operario el que puede reducir el tiempo de ejecución según el interés y la habilidad que tenga, puesto que dependen de las velocidades, avances, etc. señalados.

Clases de Elementos

Elementos regulares y repetitivos: Son los que aparecen una vez en cada ciclo de trabajo. Ejemplo: el poner y quitar piezas en la máquina. Elementos casuales o irregulares: Son los que no aparecen en cada ciclo del trabajo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares. Ejemplo: recibir instrucciones del supervisor, abastecer piezas en bandejas para alimentar una máquina.

Elementos extraños: Son los elementos ajenos al ciclo de trabajo y en general indeseables, que se consideran para tratar de eliminarlos. Ejemplo: las averías en las maquinas.

Elementos manuales: Son los que realiza el operario y puede ser:

- ✓ Manuales sin máquina: Con *independencia* de toda máquina. Se denomina también libre, porque su duración depende de la actividad del operario.

Manuales con máquina:

a. Con máquina parada, como el quitar o poner una pieza.
b. Con la máquina en marcha, que se efectúa el operario mientras trabaja la máquina automáticamente. Aunque no intervienen en la duración del ciclo, interesa considerarlos porque forman parte de la saturación del operario.

Elementos de máquina: Son los que realiza la maquina. Pueden ser:

- ✓ De máquina con automático y, por lo tanto, sin manipulación del operario.
- ✓ De máquina con avance *manual*, en cuyo caso la máquina trabaja controlada por el operario.

Elementos constantes: Son aquellos cuyo tiempo de ejecución es siempre igual; ejemplo, encender la *luz*, verificar la pieza, atornillar y apretar una tuerca; colocar la broca en el mandril.

Elementos variables: Son los elementos cuyo tiempo depende de una o varias *variables* como dimensiones, peso, *calidad*, etc. ejemplo, aserrar *madera* a mano, llevar una carretilla con piezas a otro departamento. Una vez que tenemos registrada toda la *información* general y la referente al método normalizado de trabajo, la siguiente fase consiste en hacer la *medición* del tiempo de la operación. A esta tarea se le llama comúnmente cronometraje.

SELECCIÓN DEL OPERADOR Y ESTRATEGIA A SEGUIR

El primer paso para iniciar un estudio de tiempos se hace a través del jefe del departamento o del supervisor de línea. Después de revisar el trabajo en operación, tanto el jefe como el analista de tiempos deben estar de acuerdo

en que el trabajo está listo para ser estudiado. Si más de un operario está efectuando el trabajo para el cual se van a establecer sus estándares, varias consideraciones deberán ser tomadas en cuenta en la selección del operario que usará para el estudio. En general, el operario de tipo medio o el que está algo más arriba del promedio, permitirá obtener un estudio más satisfactorio que el efectuado con un operario poco experto o con uno altamente calificado. El operario medio normalmente realizará el trabajo consistente y sistemáticamente. Su ritmo tenderá a estar en el intervalo aproximado de lo normal, facilitando así al analista de tiempos el aplicar un factor de actuación correcto.

Por supuesto, el operario deberá estar bien entrenado en el método a utilizar, tener gusto por su trabajo e interés en hacerlo bien. Debe estar familiarizado con los procedimientos del estudio de tiempos y su práctica, y tener confianza en los métodos de referencia así como en el propio analista. Es deseable que el operario tenga espíritu de cooperación, de manera que acate de buen grado las sugerencias hechas por el supervisor y el analista.

Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de escoger a quién estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro de los extremos de la escala. En trabajo en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto.

TRATO CON EL OPERARIO

De la técnica usada por el analista del estudio de tiempos para establecer contacto con el operario seleccionado dependerá mucho la cooperación que reciba. A este trabajador deberá tratársele amistosamente e informársele que la operación va a ser estudiada. Debe dársele oportunidad de que haga todas las preguntas que desee acerca de cosas como técnica de

toma de tiempos, método de evaluación y aplicación de márgenes. En casos en que el operario sea estudiado por primera vez, el analista debe responder a todas las preguntas sincera y pacientemente. Además, debe animar al operario a que proporcione sugerencias y, cuando lo haga, éstas deberán recibirse con agrado demostrándole que se respeta su habilidad y sus conocimientos.

El analista debe mostrar interés en el trabajo del operario, y en toda ocasión ser justo y franco en su comportamiento hacia el trabajador. Esta estrategia de acercamiento hará que se gane la confianza del operario, y el analista encontrará que el respeto y la buena voluntad obtenidos le ayudarán no sólo a establecer un estándar justo, sino que también harán más agradables los trabajos futuros que les sean asignados en el piso de producción.

ANÁLISIS DE MATERIALES Y MÉTODOS

Tal vez el error más común que suele cometer el analista de tiempos es el de no hacer análisis y registros suficientes del método que se estudia. Si se hace un esquema, deberá ser dibujado a escala y mostrar todos los detalles que afecten al método. El croquis mostrará claramente la localización de los depósitos de la materia prima y las partes determinadas, con respecto al área de trabajo. De este modo las distancias a que el operario debe moverse o caminar aparecerán claramente. La localización de todas las herramientas que se usan en la operación deben estar indicadas también, ilustrando así el patrón de movimientos utilizando en la ejecución de elementos sucesivos.

REGISTRO DE INFORMACIÓN SIGNIFICATIVA

Debe anotarse toda información acerca de máquinas, herramientas de mano, plantillas o dispositivos, condiciones de trabajo, materiales en uso, operación que se ejecuta, nombre del operador y número de tarjeta del operario, departamento, fecha del estudio y nombre del tomador de tiempos. El estudio de tiempos debe constituir una fuente para el establecimiento de datos

de estándares y para el desarrollo de fórmulas. También será útil para mejoras de métodos, evaluación de los operarios y de las herramientas y comportamiento de las máquinas.

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

Las materias primas deben ser totalmente identificadas dando información tal como tamaño, forma, peso, calidad y tratamientos previos.

La operación que está siendo efectuada se describe específicamente. Paso a paso cada procedimiento sin omitir ningún detalle de la misma.

El operario en estudio debe ser identificado por su nombre y número de tarjeta de asistencia, para su mejor ubicación.

POSICIÓN DEL OBSERVADOR

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

El observador de tiempos debe colocarse unos cuantos pasos detrás del operario, de manera que no lo distraiga ni interfiera en su trabajo. Es importante que el analista permanezca de pie mientras hace el estudio. En el curso del estudio, el tomador de tiempos debe evitar toda conversación con el operario, ya que esto tendería a modificar la rutina de trabajo del analista y del operario u operador de máquina.

DIVISIÓN DE LA OPERACIÓN EN ELEMENTOS

A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30min), el observador debe escribir los elementos mientras realiza el estudio. Los elementos en los que se va a dividir la operación deben determinarse antes de comenzar el estudio y deben dividirse en partes lo más pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas. Divisiones elementales de aproximadamente 0.04min son las más pequeñas susceptibles de ser leídas consistentemente por un analista de tiempos experimentado. Sin embargo, se puede registrar con facilidad un elemento tan corto como de 0.02 min.

Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual. De este modo los puntos terminales de los elementos pueden asociarse a los sonidos producidos, como cuando una pieza terminada en fundición, cuando una broca irrumpe en la pieza que se taladra y cuando un par de micrómetros se dejan en el banco o mesa del trabajo. Cada elemento debe registrarse en su orden o secuencia apropiados e incluir una división básica del trabajo que termine con un sonido o movimientos distintivos.

Los analistas de tiempos de una misma compañía adoptan frecuentemente una división estándar de elementos para determinadas clases de máquina, con objeto de asegurar uniformidad al establecer puntos terminales. El tener elementos estándares como base para la división de una operación es de especial importancia en el establecimiento de datos estándares.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son:

1. Asegúrese de que son necesarios todos los elementos que se efectúan. Si se descubre que algunos son innecesarios, el estudio de tiempos debería interrumpirse y llevar a cabo un estudio de métodos para obtener el método apropiado.

2. Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los correspondientes a ejecución manual.

3. No combinar constantes con variables.

4. Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales por algún sonido característico.

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

Al dividir un trabajo en elementos, el analista debe conservar por separado el tiempo de máquina o de corte, del tiempo de esfuerzo o manipulación. Del mismo modo, los elementos constantes (aquellos elementos cuyos tiempos no varían dentro de un intervalo de trabajo específico) deberían mantenerse separados de los elementos variables (aquellos cuyos tiempos varían en un intervalo especificado).

Una vez que se realiza la adecuada separación de todos los elementos que constituyen una operación, será necesario que se describa cada elemento con toda exactitud. El final o terminación de un elemento es, automáticamente, el comienzo del que le sigue y suele llamarse "punto terminal" (*breaking point)*. La descripción de este punto terminal debe ser tal que pueda ser reconocido fácilmente por el observador. Esto es especialmente importante cuando el elemento no incluye sonido alguno en su terminación. Tratándose de elementos de operaciones de corte, la alimentación, la velocidad, la profundidad y la longitud del corte deben anotarse inmediatamente después de la descripción del elemento. Descripciones típicas de elementos de esta clase son: "Tomar pza. del bco. y coloc. En pos. En torn. Bco.", o bien, "Taladr. plg D. 0.005 plg, alim. 1200 RPM". Nótese que el analista, a fin de ganar tiempo, emplea símbolos y abreviaturas en gran cantidad. Este sistema de notación es

aceptable sólo si el elemento queda descrito totalmente mediante términos y símbolos los comprensibles a todos los que deban tener acceso al estudio. Algunas compañías emplean símbolos estandarizados en todas sus fábricas o plantas, y toda persona relacionada con ellos estará familiarizada con la terminología.

Cuando el elemento se repite, no es preciso describirlo por segunda vez, sino únicamente indicar en el espacio en que debería ir la descripción, el número con que se designó al aparecer por primera vez.

TOMA DE TIEMPOS

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el ***método continuo*** se deja correr el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En el método continuo se leen las manecillas detenidas cuando se usa un cronómetro de doble acción.

En la técnica de ***regresos a cero*** el cronómetro se lee a la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se regresan a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

LECTURAS DE REGRESO VUELTA A CERO

Esta técnica tiene ciertas ventajas e inconvenientes en comparación con la técnica continua. Esto debe entenderse claramente antes de estandarizar una forma de registrar valores. De hecho, algunos analistas prefieren usar ambos métodos considerando que los estudios en que predominan elementos

largos, se adaptan mejor al método de regresos a cero, mientras que estudios de ciclos cortos se realizan mejor con el procedimiento de lectura continua.

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

La técnica de regresos a cero tiene las siguientes desventajas:

1. Se pierde tiempo al regresar a cero la manecilla lo que provoca un error acumulativo en el estudio. Esto puede evitarse usando cronómetros electrónicos.

2. Es difícil tomar el tiempo de elementos cortos (de 0.06 min o menos).

3. No siempre se obtiene un registro completo de un estudio en el que no se hayan tenido en cuenta los retrasos y los elementos extraños.

4. No se puede verificar el tiempo total sumando los tiempos de las lecturas elementales.

LECTURAS CONTINUAS

Este tipo de lecturas presenta un registro completo de todo el periodo de observación. El trabajador puede ver que no se ha dejado ningún tiempo fuera del estudio, y que los retrasos y elementos extraños han sido tomados en

cuenta. Con este método no se pierde tiempo al regresar la manecilla a cero, obteniendo valores exactos de elementos sucesivos de 0.04 min. y de elementos de 0.02 min. Cuando van seguidos de un elemento relativamente largo.

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

TIEMPO ESTÁNDAR POR CRONOMETRAJE

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

Tres de las técnicas más importantes para determinar el tiempo estándar son:

a) Cronometraje.

b) Datos estándar.

c) Muestreo de trabajo.

Por momento se profundizará en el estudio por cronometración, los incisos restantes se desarrollarán en otros capítulos del programa analítico.

CRONOMETRAJE

Esta técnica se divide en dos partes: 1) determinación del número de ciclos a cronometrar y 2) cálculo del tiempo estándar. Para efectuar la primera

parte, inicialmente se selecciona el trabajo o actividad a analizar y se definen los elementos en que se divide la misma.

Habiendo definido los elementos de la actividad, se procede a efectuar un cronometraje preliminar de al menos 5 ciclos de cada uno de los elementos; este cronometraje puede ser de dos tipos: vuelta a cero o acumulativo.

A partir de los datos obtenidos en el cronometraje preliminar, se determina el número de ciclos necesarios a ser cronometrados.

Finalmente, efectuado el cronometraje de los ciclos obtenidos en la primera parte, se determina el tiempo estándar de cada uno de los elementos en que se ha dividido la actividad.

El tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, usando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida para el trabajo, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día sin mostrar síntomas de fatiga.

En la actualidad las aplicaciones que pueden darse al Tiempo Estándar son múltiples y entre ellas podemos citar las siguientes:

i. Para determinar el **salario** devengable por esa tarea específica; para ello solo es necesario convertir el tiempo a valor monetario.

ii. Ayuda a la Planeación de la Producción. Los problemas de producción y de ventas podrán basarse en los tiempos estándar después de haber aplicado la Medición del Trabajo a los procesos respectivos, eliminando una planeación defectuosa basada en puras conjeturas o adivinanzas.

iii. Facilita la **supervisión**. Para un supervisor o un mayordomo cuyo trabajo está relacionado con hombres, materiales, máquinas, herramientas y métodos, los tiempos de producción le servirán para lograr la coordinación de todos estos elementos, sirviéndole como un patrón para medir la eficiencia productiva de su departamento.

iv. Es una herramienta que ayuda a establecer **estándares de producción** precisos y justos, que además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo ayuda a mejorar los estándares de calidad.

v. Ayuda a establecer las **cargas de trabajo** que facilitan la coordinación entre los obreros y las máquinas y proporcionan a la gerencia bases para inversiones futuras en maquinaria y equipo en casos de expansión.

vi. Ayuda a formular un **sistema de costos estándar**. El tiempo estándar al ser multiplicado por la cuota por hora fijada nos proporciona el costo de mano de obra directa por pieza.

vii. Proporciona **costos estimados**. Los tiempos estándar de mano de obra, servirán para presupuestar el costo de artículos que se planea producir y cuyas operaciones sean semejantes a las actuales.

viii. Proporciona bases sólidas para establecer **sistemas de incentivos.** Se eliminan conjeturas sobre la cantidad de producción y pueden establecerse políticas firmes sobre incentivos que ayudarán a los obreros a incrementar sus salarios, mejorando su nivel de vida y la empresa estará en mejor situación dentro de la competencia, pues se encontrará en posibilidad de aumentar su producción reduciendo los costos unitarios.

ix. Ayuda a **entrenar nuevos trabajadores**. Los tiempos estándar servirán como índices que mostrarán a los supervisores la forma en que los nuevos trabajadores van aumentando su habilidad en los métodos de trabajo.

Las ventajas cuando los tiempos estándar se aplican correctamente son:

i. Una reducción de los costos; puesto que al descartar el trabajo improductivo y los tiempos ociosos, la razón de rapidez de producción es mayor, esto es, se produce mayor número de unidades en el mismo tiempo.

ii. Mejora las condiciones obreras porque los tiempos estándar permiten establecer sistemas de pago de salarios con incentivos en los cuales los obreros al producir un número de unidades superior a la cantidad obtenida a velocidad normal, perciben una remuneración extra.

NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR

Un ciclo de trabajo es la secuencia de elementos que constituyen el trabajo o serie de tareas en observaciones. El número de ciclos en el trabajo que debe cronometrarse depende del grado de exactitud deseado y de la variabilidad de los tiempos observados en el estudio preliminar.

Es posible determinar matemáticamente el número de ciclos que deberán ser estudiados como objeto de asegurar la existencia de una muestra confiable, y tal valor, moderado aplicando un buen criterio, dará al analista una útil guía para poder decidir la duración de la observación.

MÉTODO ESTADÍSTICO

Los métodos estadísticos pueden servir de guía para determinar el número de ciclos a estudiar. Se sabe que los promedios de las muestras (X) tomados de una distribución normal de observaciones, están normalmente distribuidos con respecto a la medida de la población. La variable de x con respecto a la medida de población S es igual a S^2 / n donde n es el tamaño de la muestra y S^2 la varianza de la población.

Número de observaciones requeridas:

$$ni = \left(\frac{ZSi}{EXij} \right)^2$$

Donde:

Si = Desviación estándar de la serie de desviaciones para el elemento de trabajo i.

M = Número de observaciones preliminares realizadas.

Xij = Tiempo registrado para cada elemento de trabajo i, en la observación j.

Ni = Número de observaciones requeridas.

Z = Calificación Z correspondiente al nivel deseado de confiabilidad.

E = Error permisible (5%).

$$Z = \frac{1-\alpha}{2}$$

Si las observaciones tomadas no son suficientes hay que recalcular la muestra de la siguiente manera:

Donde:

N´ = Número de observaciones requeridas

K/S´= Factor de confianza – precisión =

$$2 * \frac{1}{E}$$

X = Tiempos elementales representativos.

E = Errores posibles.

N = Observaciones iníciales

FACTOR DE VALORACIÓN

Dado que la habilidad, esfuerzo y consistencia de cada persona al desarrollar un trabajo es inherente a él mismo, es lógico pensar que la productividad de cada uno también será diferente. Si a esto le agregamos condiciones de trabajo no iguales, entonces los resultados de producción obtenidos serán variables. Así pues, el tiempo cronometrado para un elemento cualquiera tendrá diferencias si diferentes son los operadores que lo hacen, lo cual no nos permitiría encontrar un tiempo estándar. En vista de esta situación, nos es indispensable ajustar estos datos con respecto al trabajador del operario.

Existen actualmente muchas formas de calificar la actuación del operario, entre ellas podemos mencionar:

- Calificación según habilidad y esfuerzo.
- Sistema Westinghouse de calificación.
- Calificación Sintética.
- Calificación Objetiva.
- Calificación por medio de películas.
- Otros sistemas.

Los sistemas para efectuar la calificación de velocidad se ven influenciados por muchos factores cualitativos que hacen algo subjetivo esta evaluación; por lo cual se necesita un entrenamiento de los analistas para que logren calificar la actuación de la manera más exacta posible.

SISTEMAS DE VALORACIÓN

Sistema de Westinghouse (calificación de la actuación).

La calificación de la actuación es el paso más importante del procedimiento de medición de trabajo, ésta, es una técnica para determinar con equidad el tiempo requerido para que el operario normal ejecute una tarea

después de haber registrado los valores observados de la operación en estudio. No hay ningún método universalmente aceptado para calificar actuaciones, aún cuando la mayoría de las técnicas se basan primordialmente en el criterio o buen juicio del analista de tiempos. Uno de los sistemas de calificación más, antiguos y de los utilizados más ampliamente, es el desarrollado por la Westinghouse Electric Company, en donde se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia

La **habilidad** se define como “pericia en seguir un método dado”, el cual se determina por la experiencia y aptitudes del operario, así como su coordinación.

El **esfuerzo o empeño** se define como “una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. Este es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y puede ser controlado en alto grado por el operario.

En cuanto a lo que se refiere a **condiciones,** se enfoca al procedimiento de calificación que afecta al operario y no a la operación. En la mayoría de los casos, las condiciones serán calificadas como normales o promedio cuando las condiciones se evalúan en comparación con la forma en que se hallan generalmente en la estación de trabajo.

La **consistencia** se refiere a las actitudes del operario con relación a su tarea. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta.

Para calificar la actuación de acuerdo al sistema Westinghouse se puede apreciar en la tabla (Ver anexos 7), los porcentajes relacionados con la calificación de la actuación, en donde el buen juicio del analista es el punto más importante para calificar de acuerdo a este método.

DETERMINACIÓN DE TOLERANCIAS

Después de haber calculado el tiempo normal (tiempo elemental * calificación de la actuación), llamado muchas veces el tiempo “calificado”, hay que dar un paso más para llegar al verdadero tiempo estándar. Este último paso consiste en añadir ciertas tolerancias que tomen en cuenta las numerosas interrupciones, retrasos y detenciones producidas por la fatiga inherente a todo trabajo.

En general hay que aplicar, las tolerancias, en tres áreas generales. Estas son: retrasos personales, fatiga y retrasos inevitables.

NECESIDADES PERSONALES

En este renglón deberán situarse todas aquellas interrupciones en el trabajo necesarias para el bienestar del empleado. Deberán incluirse visitas a la fuente de agua o a los baños. Estudios detallados de producción demuestran la tolerancia de un %, por retrasos personales, o sea aproximadamente 24 minutos en 8 horas, es apropiada para las condiciones típicas de la empresa.

FATIGA

Ya sea física o mental, la fatiga tiene como efecto: deficiencia en el trabajo. Son bien conocidos los factores más importantes que afectan la fatiga. Algunos de ellos son:

a) Condiciones de trabajo:

- Luz
- Temperatura
- Humedad
- Frescura del aire
- Color del cuarto y alrededores

- Ruido

b) Repetición del trabajo:

- Monotonía de movimientos semejantes del cuerpo.
- Cansancio muscular debido al esfuerzo de algunos músculos.

c) Salud general del trabajador, física y mental:

- Estatura física
- Dieta
- Descanso
- Estabilidad emotiva
- Condiciones familiares

Ya que la fatiga no puede eliminarse, hay que fijar tolerancias adecuadas a las condiciones de trabajo y a la monótona repetición en el mismo, que tanta influencia tienen en el grado de fatiga. Ha sido demostrada, por medio de experimentos, que la fatiga debe trazarse como una curva y no como una recta.

La Oficina Internacional del Trabajo (OIT) ha tabulado el efecto de las condiciones de trabajo, a fin de llegar a un factor de tolerancias por necesidades personales y fatiga. Al aplicarse esta tabla, el analista debe determinar un valor de tolerancia por cada elemento del estudio.

RETRASOS

Retrasos Inevitables:

Es aplicable únicamente a elementos de esfuerzo físico, e incluye hechos como: interrupciones de parte del capataz, del despachador, del analista de tiempos, irregularidades en los materiales, dificultades en el mantenimiento de tolerancias y especificaciones, interrupciones por interferencia en donde se asignan trabajos en máquinas múltiples.

Retrasos Evitables:

Incluyen visitas a otros operarios por razones sociales, prestar ayuda a paros de máquinas sin ser llamados y tiempo ocioso que no sea para descansar de la fatiga. NO es costumbre el incorporar alguna tolerancia por estos retrasos. Estos retrasos se llevan a cabo por el operario a costa de su productividad.

Limpieza de la estación de trabajo y lubricación de la máquina:

Este debe ser clasificado como retraso inevitable.

Valores típicos de las tolerancias:

En una investigación llevada a cabo en 42 plantas diferentes, se encontró que el porcentaje más bajo de tolerancias era de 10 %. Esta se aplicaba en una planta que producía accesorios eléctricos para el hogar. La tolerancia más grande que se encontró fue la de 35 %, siendo aplicada en dos plantas de acero. El promedio de todas las tolerancias encontradas, en todas las plantas que respondieron, fue de 17.7 %.

El cálculo del tiempo estándar se puede resumir de la siguiente manera:

1. Calcular el tiempo elemental (*TE*) del total de lecturas que satisfacen las especificaciones.

2. Calificar la actuación en cada elemento.

3. Determinar el tiempo normal (*TN*): *TN = TE * Factor de la actuación*.

4. Establecer tolerancias para cada elemento.

5. Calcular el tiempo estándar. $$T.Est. = \frac{100}{100 - \sum Tol}$$

EMPLEO DE DATOS ESTÁNDARES

Para facilidad de referencia, los elementos de datos estándares constantes se tabulan y archivan según la máquina o el proceso. Los datos variables pueden tabularse o expresarse en función de una gráfica o de una ecuación, archivándose también de acuerdo con la clase de máquina o de operación.

Cuando los datos estándares se dividen para comprender lo relativo a una máquina y una clase de operación dada, es posible combinar constantes con variables y tabular el resultado, lo cual permite tener datos de referencia rápida que expresen el tiempo asignado para efectuar una operación por completo.

Capitulo IV
Diseño metodológico

TIPO DE ESTUDIO

El estudio en desarrollo se realizo en dos segmentos separados esto para darle a cada una de las partes la dedicación y objetividad necesaria para lograr los objetivos y fines deseados. Los periodos en los cuales se desenvolvió la investigación son los siguientes:

- Etapa de desarrollo de tipo descriptiva, puesto que esta característica es un tipo de metodología a aplicar para deducir un ambiente o circunstancia que se esté presentando; que se aplica describiendo todas las dimensiones del objeto de estudio, en este caso se describe el área o los parámetros específicos a estudiar que son los mencionados en el capitulo I del presente proyecto. Los objetivos de un estudio descriptivo son principalmente:

    - Identificar casos de defectuosos, estimar su frecuencia y examinar tendencias de la población estadística.
    - Justificar estudios analíticos para probar hipótesis específicas.

- Etapa evaluativa debido que una de las funciones a implementar es poder describir y valorar el funcionamiento de los diferentes tipos de procesos de producción, siendo los instrumentos aplicados: cuestionarios de respuesta cerrada, pruebas de rendimiento de maquinaria como operador, entrevistas no estructuradas, observación directa y documentos.

Desde otro punto de vista, una investigación de esta naturaleza supone la demostración empírica de un conjunto de preguntas de investigación y recolección de datos de orden vivencial (observación y entrevistas) mediante la observación directa, los cuales se desprenden de los objetivos de investigación. Los objetivos serán manifestados con los resultados, por este motivo la presentación de los resultados se hará de forma que el lector pueda corroborar directamente que los objetivos fueron probados.

POBLACIÓN Y MUESTRA

De acuerdo con los objetivos del estudio es necesario que se definan las características de la muestra que serán objeto de estudio de la presente investigación. Por ello debe establecerse la unidad de análisis y delimitación tanto de la población como de la muestra.

De tal manera definimos como población tradicionalmente la como "*el conjunto de todos los individuos (objetos, personas, eventos, etc.) en los que se desea estudiar el fenómeno. Éstos deben reunir las características de lo que es objeto de estudio*" (Latorre, Rincón y Arnal, 2003).

El individuo, en esta acepción, hace referencia a cada uno de los elementos de los que se obtiene la información. Los individuos pueden ser personas, objetos o acontecimientos.

Hoy se prefiere hablar de "*unidad de observación*" o "*elemento*" para referirse al objeto sobre el cual se realiza una medición. En los estudios con poblaciones humanas, con frecuencia ocurre que la unidad de observación son los individuos.

Así mismo el investigador no trabaja con todos los elementos de la población que estudia sino sólo con una parte o fracción de ella; a veces, por que es muy grande y no es fácil abarcarla en su totalidad. Por ello, se elige una

muestra representativa y los datos obtenidos en ella se utilizan para realizar pronósticos en poblaciones futuras de las mismas características.

Salvo en el caso de poblaciones pequeñas, pocas veces en una investigación se cuenta con el tiempo, los recursos y los medios para estudiar una población completa. A veces ni siquiera podemos delimitar exactamente una población, otras veces la población total “aún no existe” como sucede en los estudios sobre predicción Estos motivos de tiempo, coste, accesibilidad a los individuos y complejidad de las operaciones de recogida, clasificación y análisis de los datos hacen que la gran mayoría de los proyectos de investigación no estudien más que una parte representativa de la población, denominada muestra. Esto se puede hacer así porque, si se selecciona correctamente la muestra, ésta puede aportarnos información representativa y exacta de toda la población.

Se conoce con el nombre de muestreo al proceso de extracción de una muestra a partir de la población. El proceso esencial del muestreo consiste en identificar la población que estará representada en el estudio.

Entre las ventajas que proporciona el muestreo (Latorre, Rincón y Arnal, 2003) suele señalarse: el ahorro de tiempo en la realización de la investigación, la reducción de costos y la posibilidad de mayor profundidad y exactitud en los resultados. Los inconvenientes más comunes suelen ser: dificultad de utilización de la técnica de muestreo, una muestra mal seleccionada o sesgada distorsiona los resultados, las limitaciones propias del tipo de muestreo y tener que extraer una muestra de poblaciones que poseen pocos individuos con la característica que hay que estudiar.

Ahora para la obtención de la información a datos que permitieron la descripción y evaluación del estado actual del objeto de estudio de la presente investigación, se utilizo una muestra representada por las operaciones que conforman el proceso productivo de la empresa MIROCA C.A.

Para la selección de la muestra se utilizo el muestreo aleatorio, se tomo en cuenta la opinión de trabajadores operadores de la maquinaria, supervisor y analistas desarrolladores del proyecto, todos estos protagonistas están vinculados directa o indirectamente con el proceso de investigación, en síntesis esta operación se realizo con el fin de obtener la mayor cantidad de puntos de vista acerca del proyecto en cuestión, para poder proporcionar una mayor objetividad y precisión en los resultados obtenidos.

INSTRUMENTOS

Una vez definido el tipo de estudio a realizar y la muestra adecuada al problema de estudio, la siguiente etapa consiste en realizar la recolección de datos e información que sea pertinente. En tal sentido *Hernández y otros (1994)* plantean que en esta etapa se deben realizar las siguientes actividades de investigación que están relacionadas estrechamente entre si:

- Seleccionar o desarrollar un instrumento de medición, este debe ser valido y confiable.

- Aplicar este instrumento de medición.

- Preparar las mediciones obtenidas (codificación de los datos para que puedan analizarse correctamente).

Ente otros aspectos de importante relevancia entre los instrumentos tenemos:

- Observación directa, instrumento o herramienta de investigación que permite indagar o hacer un sondeo general directo, detallista y repetitivo, con el fin de conseguir información veraz en el lugar en vivo y directo.

- Entrevistas, puesto que se trata de una conversación entre una o varias personas para un fin determinado. Tiene la finalidad de informar a los analistas la situación que determina todos los procesos actuales de la empresa.

- Materiales:

    - Lápiz y papel.
    - Cámara fotográfica.
    - Calculadora.
    - Cronometro.
    - Cinta métrica.
    - Computadora.

La finalidad de ellos es plasmar e identificar los datos de los cuales posteriormente se realizaran los estudios pertinentes.

PROCEDIMIENTO

Los pasos y procedimientos como guía a realizar para desarrollar con éxito el estudio en cuestión fueron los siguientes, cabe destacar que el seguimiento de los pasos son tal cual como se muestra:

- Delimitación del estudio, lo que llevo a seleccionar a la empresa MIROCA C.A. para la realización de esta actividad.

- Diseño de entrevista, orientada a recaudar información acorde a los intereses de la investigación. Esta fue realizada a modo de conversación para garantizar mejores respuestas.

- Definición y formulación del problema, considerando las áreas implicadas, personas involucradas y el posible impacto que tendrá el mismo, con la finalidad de precisar el problema, plantear la posible optimización o mejora a realizar.

- Revisión y análisis de las fuentes, de información del marco teórico; en este paso se realizo la revisión de todo el material y además maquinaria

con el fin de obtener información posible y especifica de los implementos de desarrollo de proceso de la empresa MIROCA C.A.

- Selección de los instrumentos de recolección de datos, los cuales fueron las entrevistas y visitas de observación, estos fueron seleccionados debido a su disposición y fácil aplicación, también por lo cómodo de obtener a partir de ellos una información justa y detallada.

- Análisis de la información recabada, esta se realizo con base a los resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos (observaciones, entrevistas, visitas, interrogatorio), para precisar los detalles del problema y posibles soluciones o mejoras a plantear.

CAPITULO V
SITUACIÓN ACTUAL

SELECCIÓN DE LA ACTIVIDAD EN ESTUDIO

Como ya se estableció previamente, el proceso al cual será dedicado el estudio de métodos, será el proceso de recepción y almacenamiento del material, en el cual se detectaron ciertas peculiaridades, las cuales se analizaran para optimizar el proceso con la finalidad de disminuir el acarreo del material.

PROCESO GENERAL DE PRODUCCIÓN DE BOCINA EN MIROCA C.A.

La empresa mecánica industrial Roraima (MIROCA) se dedica a la fabricación de piezas mecánica, para ello cuenta con el siguiente procedimiento de trabajo actual para la elaboración de bocinas: selecciona la barra a cortar se mide el diámetro y longitud, es llevada al área de cortado (se mide la barra según sus especificaciones), se mecaniza (se verifica sus medidas), se corta (se aplica refrigerante), se lleva al torno, se mecaniza (verifica medidas), selecciona la herramienta a utilizar en el torno, se centra la pieza con la herramienta, se escoge la revolución del torno, se comprueba el flujo de refrigerante , verifican las medidas a llevar la pieza sea longitud y diámetro, se enciende el torno, se refrenta a una tolerancia de 0,5 mm llevando la pieza a la longitud requerida y dejándole dicha tolerancia, se revisa la medida sin bajar la pieza, luego se desmonta después de verificar , se lleva la pieza a la prensa para ajustarla y mecanizarla (se toman las medidas para taladrarla), se lleva al área de taladrado, se busca la mecha para el taladro de acuerdo a la medida necesaria, se mecaniza la pieza en la prensa, se coloca la mecha al taladro, se taladra la pieza, se verifica el diámetro del agujero, se desmonta la pieza de la prensa , se lleva la torno para hacer rosca, se ajusta el torno (se sacan

cálculos según la medida), se ajusta la herramienta del torno según las rosca, se ajusta la velocidad del torno para la rosca, se centra la pieza, se hace la rosca con una tolerancia de 0,5 mm , se para la maquina , se desmonta la pieza , se verifica la medida de la rosca con un tornillo(que posea la medida requerida).

Se lleva a la pulidora de mopa metálica, se ajusta la velocidad de la pulidora, se mecaniza la pieza, se pule el exterior de la pieza, verifican el pulido, se desmonta la pieza, se traslada a pintar, se pinta el área de roscado, se espera mientras seca, se lleva a la oficina , se verifica los requerimientos de la pieza , se embala , se revisa el embalaje, y luego se entrega al propietario.

Se tomo la decisión de realizar un seguimiento al material, ya que las actividades seleccionadas involucran un contacto directo, y el problema planteado es sobre el acarreo del mismo, por lo que se selecciono hacerle seguimiento y analizar todas las actividades en su función, de modo de identificar como se manipula y es tratado.

Diagrama: Proceso.

Proceso: Fabricación de bocinas industriales.

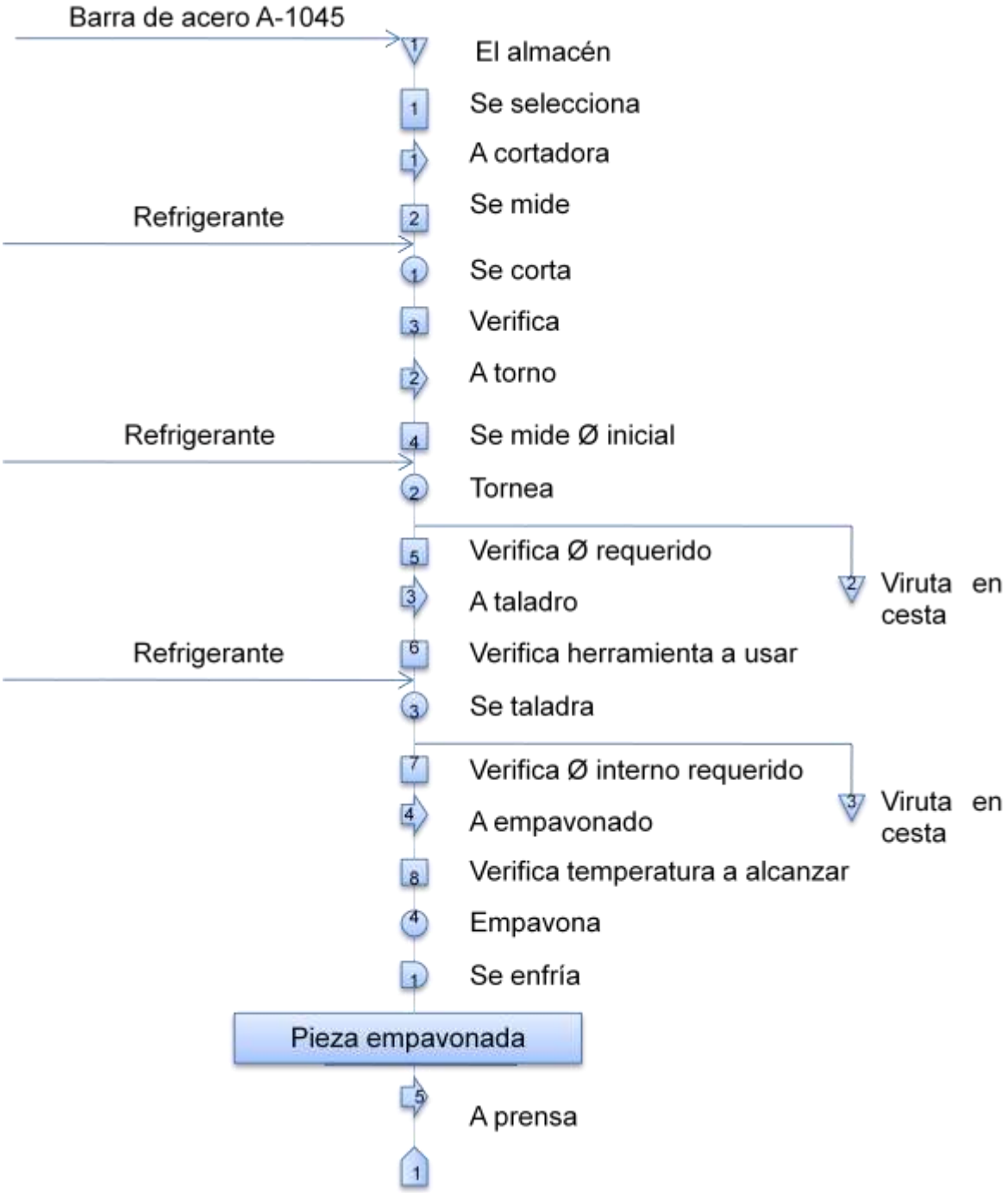
Inicio: Metal en almacén.

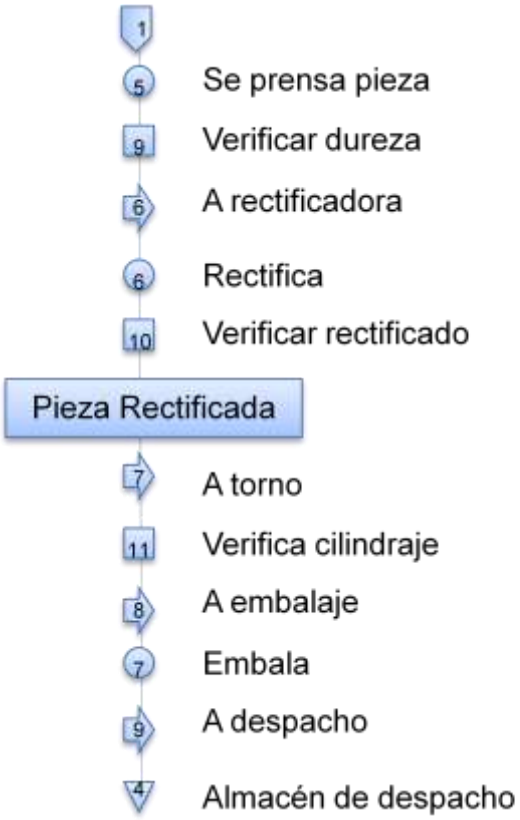
Fin: Almacén de despacho.

Método: Actual.

Fecha: 12/06/09.

Seguimiento: Material.


Barra de acero A-1045
El almacén
Se selecciona
A cortadora
Refrigerante
Se mide
Se corta
Verifica
A torno
Refrigerante
Se mide Ø inicial
Tornea
Verifica Ø requerido
A taladro
Viruta en cesta
Refrigerante
Verifica herramienta a usar
Se taladra
Verifica Ø interno requerido
A empavonado
Viruta en cesta
Verifica temperatura a alcanzar
Empavona
Se enfría
Pieza empavonada
A prensa



<u>Resumen:</u>

Almacenes: 4

Verificaciones: 11

Traslados: 9 (40.8 m)

Operaciones: 7

Demoras: 1 (15 min)

Total: 32.

Técnica del interrogatorio aplicada a la empresa.

Material

1._ ¿Puede hacerse el material en la empresa?
R=No

2._ ¿puede sustituirse por otro mejor mas barato o menos caro?
R=Si, ya que se puede licitar a otros proveedores o buscar en otro negocio que tenga el material que se necesita.

3._ ¿Se han reducido los desperdicios?
R=Si

4._ ¿Pueden usarse los desperdicios?
R= Algunos de los desperdicios pueden ser utilizados siempre y cuando el material sea cobre, aluminio o bronce.

Maquinas y herramientas

(Torno, fresadora, cortadora, pulidora, prensa)

1._ ¿Los equipos y maquinarias se encuentran en buenas condiciones?
R= Si, se encuentran operativas.

2._ ¿Se utiliza la más adecuada?
R=Si

3._ ¿Están colocadas convenientemente?
R= Si

4._ ¿Se puede aprovechar el tiempo libre de los operadores y de las maquinas?
R= Si, cuando hay emergencia de pedido se aprovecha el tiempo para que el cliente quede satisfecho.

Distribución y condiciones del lugar

1._ ¿Se han reducido los transportes?
R= Si

2._ ¿Esta limpio y ordenado el lugar del trabajo?
R= Si, siempre esta limpia y despejada.

3._ ¿Se usa el espacio disponible para realizar las piezas?
R= Si

4._ ¿Se usa el espacio dedicado a producción para almacenaje y desperdicio?
R= En la mayoría de los casos si.

Seguridad

1._ ¿Qué utiliza el operario para protegerse al realizar las piezas?
R= Lentes, guantes, botas de seguridad y ropa adecuada.

2._ ¿El operario entiende reglas y normas de seguridad?
R= Si, ya que es para su propia protección.

3._ ¿Qué requisitos u aptitudes debe reunir el trabajador?
R= Puntualidad, desenvolvimiento, que tenga los conocimientos mínimos y necesarios para operar la maquina.

4._ ¿Cuenta con el equipo de seguridad adecuado?
R= Si

Diseño

1._ ¿Puede variar la calidad de la pieza cambiando el diseño?
R= Si cambia.

2._ ¿Son necesarias y apropiadas las tolerancias?
R= Es lo primordial del tornero, ya que no puede equivocarse con la medida que exija el cliente, cuando se trabaja con el micrómetro las medidas tienen que ser precisas.

3._ ¿Se reduce el tiempo y los materiales combinándolos?
R= Si, se trabaja un hierro y se mezcla con un bronce avanza mas rápido en la barra.

4._ ¿Es más fácil su manejo?
R= Su manejo es mas fácil y suave, ya que no forja la maquina ni herramientas.

Técnica del interrogatorio aplicada al operario

Propósito

- **¿Que se hace?**

  Se busca la barra, se toma la medida, se coloca en cortadora, pasa por el taladro para agujero, se lleva al torno se cilindra, se refrenta, se da una empavonada, y se entrega.

- **¿Por qué se hace?**

  Para poder determinar el material, cortar la barra y hacer cilindrado y refrentado.

  Cortadora: para dar forma de bocina interna.

  Taladro: para agujero

  Torneado: para cilindrar y refrentar, llevándola a la medida requerida.

  Empavonado: para obtener dureza en el material.

- **¿Qué otra cosa podría hacerse?**

  Cortadora: se colocarían cuatro bocinas para abarcar mayor cantidad (o para cortar cuatro de una vez)

  Taladro: se pondrían unas series de barras para abarcar mayor centrado.

  Torno: preparar un agarre (perno), y se introducirían cuatro bocinas.

  Empavonado: se amararían en un alambre y se someten al proceso mayor cantidad de piezas.

- **¿Qué debería hacerse?**

  Cortadora: cortar la barra para que el corte no salga doblado, accionando la maquina y procesando el corte poco a poco.

  Taladro: centrar la bocina con un nivel para el proceso de la mecha.

  Torno: centrar la bocina con el plato auto-centrante para comenzar cilindrado y refrentado.

  Empavonado: se amaran en un alambre y se someten al proceso mayor cantidad de piezas.

<u>Lugar</u>

- **¿Dónde se hace?**

  Taller metalmecánico de piezas industriales MIROCA.

- **¿Por qué se hace?**

  Porque hay industrias que requieren de la fabricación de dichas piezas mecánicas para implementarlas en maquinarias industriales bien seas

como repuesto o suplemento de una pieza especifica satisfaciendo de esta manera a los consumidores industriales.

- **¿En que otro lugar podría hacerse?**

  En cualquier taller de maquinas y herramientas que tenga específicamente tornos y fresadoras.

- **¿Dónde debería hacerse?**

  Directamente en la empresas básicas.

Sucesión

- **¿Cuándo se hace?**

  Cuando hay tiempo disponible, es decir, cuando no hay clientes en espera y en caso de que alguno lo pida se reserva y se elabora el pedido de lo contrario se hace una cierta cantidad (350 piezas) y se almacena.

- **¿Por qué se hace?**

  Porque son piezas importantes para un maquinado en movimiento (motor, ejes, etc.)

- **¿Cuándo podría hacerse?**

  Cuando no hay clientes con pedido en espera.

- **¿Cuándo debería hacerse?**

  Se debería hacer con días de anticipación a la fecha de entrega del pedido al cliente.

Persona

- **¿Quién lo hace?**

  Tornero con instrucción con experiencia o sin experiencia, ya que el trabajo es sencillo.

- **¿Por qué lo hace esa persona?**
  Porque es su especialidad.

- **¿Qué otra persona podría hacerlo?**
  Un pasante o ayudante con instrucciones previas.

- **¿Quién debería hacerlo?**
  Un tornero con experiencia

Medios (torno automático)

- **¿Cómo se hace?**
  Ajustando la medida y activando el automático para cilindrado y refrentado.

- **¿Por qué se hace de ese modo?**
  Porque el automático es más rápido, en cambio con el torno manual se hacen varios procesos y llevan más tiempo.

- **¿De que otro modo podría hacerse?**
  Con el torno Manual por el tornero.

- **¿Como debería hacerse**?
  Es más conveniente hacerlo con el torno manual para obtener una medida exacta y lleva un poco mas de tiempo.

Preguntas de la O.I.T.

A. Operaciones

¿Que propósito tiene la operación?

Transformar una barra de acero en una pieza de uso metal mecánico, con las especificaciones de una bocina.la cual se usa para ajustes en partes mecánicas ya sean rodamientos, cilindros, pernos, entre otros.

¿Es necesario el resultado que se obtiene con ella?

Si, según el uso que se le da a la pieza mecánica (bocina). Es muy importante que está sea exactamente igual a las especificaciones que se requieren según el trabajo a hacer.

¿El propósito de la operación puede realizarse de otra manera?

Si, siempre y cuando se corrijan las fallas que se presentan actualmente.

¿La operación se efectúa para responder a las necesidades de todos los que necesitan en el producto o se implanto para atender a las exigencias de uno o dos clientes nada más?

La operación se efectúa para suplir y responder a las necesidades de todos los que lo necesitan, satisfaciendo así sus demandas.

¿Puede comprarse la pieza a menor costo?

Si, existen empresas que venden esta pieza a menor precio debido a que trabajan con una mejor tecnología que la que posee esta.

¿Si se añadiere una operación se facilitaría la ejecución de otra?

Si se puede, en el diagrama de operaciones cuando vemos la parte donde la pieza se pasa del torno a la prensa, al taladro y después otra vez al torno, vemos que se realizan operaciones de mas pero muy necesarias a la vez.se podría mejorar esto y reducirse dejando la pieza en el torno, ajustándole a el porta herramienta del torno una herramienta con forma de mecha de taladro y así no se tendría que mover la pieza a otra parte realizando hay el proceso que se hace en las demás maquinas.

¿No cambiaron las circunstancias desde que se añadió la operación al proceso?

No, todo el proceso se sigue cumpliendo normalmente. Pero esta vez con más eficacia.

B. Modelo

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

Si se puede, sustituyendo una operación por otra que realice la función de esta pero de una forma más eficaz y manteniendo la calidad de lo que se quiere.

¿Cambiando el modelo se facilitaría la venta, se ampliaría el mercado?

No, debido a que la pieza se hace conforme a las espesificaciones del cliente y no posee un modelo exacto para venta sino el que se demanda por el consumidor.

C. Condiciones exigidas por la inspección

¿Que condiciones de inspección deben llenar esta operación?

Se debe conocer el requerimiento de la pieza ya sea en dureza, ajuste, dimensiones, propiedades, etc. Además que las maquinas en que se trabaja estén en buen estado para conseguir las especificaciones que se necesitan.

¿Son realmente necesarias las normas de tolerancia, variación, acabado y demás?

Realmente es muy necesario tomar en cuenta estos aspectos en la elaboración de bocinas ya que la misma la demanda.

¿Se podría elevar las normas para mejorar la calidad sin aumentar innecesariamente los costos?

Si, tomando en cuenta que elaborar una bocina demanda de costos tanto en materia prima directa e indirecta como en mano de obra; podríamos que

algunas normas extras necesarias no afectarían el costo de la elaboración de cada pieza.

¿Existe alguna forma de darle al producto acabado una calidad superior al actual?

No, existe debido a que en la empresa no existe la tecnología adecuada para esto y solo poseen una tecnología que de la calidad de acabado actual.

¿Las normas aplicadas a este producto (u operación) son superiores, inferiores o iguales a las del producto (u operaciones) similares?

Son iguales a las de otros productos similares que cumplen funciones metalmecánicas. Solo que cumplen con especificaciones según su función.

¿Las tolerancias aplicadas en la práctica son las mismas que las indicadas en el plano?

Son exactamente las que se indican en el plano.

¿Concuerdan todos los interesados con lo que es la calidad aceptable?

Todos los clientes dan una perspectiva aceptable y favorable con respecto a la elaboración de la pieza según las especificaciones requeridas por ellos mismos.

D. <u>Manipulación de materiales</u>

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

No, debido a que el área de almacén esta cerca del área de taller; el tiempo que emplea el trabajador en trasladar la pieza es muy pequeño relacionado con el tiempo invertido en manipularlo.

¿Podría el operario inspeccionar su propio trabajo?

Si, constantemente el operario evalúa y compara su trabajo con relación a el que se plantea en los planos especificados por el demandante.

¿Esta el almacén en un lugar cómodo?

Con respecto a la ubicación del área de trabajo, el almacén posee una muy buena ubicación ya que se relaciona de una forma directa con el are de taller, dando una mejor dirección a el material.

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

Si, podría combinarse el taladrado con el torneado, dando así una mejor eficiencia con la misma calidad en la pieza y una mayor productividad.

E. <u>Análisis del proceso</u>

¿La sucesión de operaciones es la mejor posible? ¿O mejoraría si se le modificara el orden?

No es la mejor, por lo tanto es necesario hacer modificaciones para así ahorrarle al operario traslados innecesarios en su área de trabajo.

Si se modificara la operación, ¿Qué efecto tendría el cambio sobre las demás operaciones?

Tendría un efecto positivo, ya que se haría una mejor distribución de área, materiales y equipos lo que facilitaría el trabajo del operador y al mismo tiempo ahorrando tiempo que puede aprovechar en realizar más piezas de las que diariamente puede hacer.

¿El trabajo se inspecciona en el momento decisivo o cuando esta acabado?

Cuando esta acabado, para verificar y corregir imperfecciones y entregar un producto de optima calidad.

Si hubiera giras de inspección, ¿se eliminarían los desperdicios, mermas y gastos injustificados?

Si, ya que al hacer inspecciones con frecuencia se puede seguir modificando el método de trabajo.

¿Podrían fabricarse otras piezas similares utilizando el mismo método, las mismas herramientas y la misma forma de organización?

Si, pero siempre será conveniente hacer modificaciones respecto a la distribución interna de la empresa para seguir mejorando el método de trabajo.

F. Materiales

¿El material que se utiliza es realmente adecuado?

Si, es el indicado para fabricar bocinas, (acero 1045).

¿El material se compra ya acondicionada para el uso?

No, debe pasar por diversos procesos de transformación para obtener el producto acabado.

¿El material es entregado suficientemente limpio?

No, a veces….

¿Se saca el máximo partido posible del material al cortarlo?, ¿y al elaborarlo?

Si, mayormente se aprovecha al máximo la cantidad de material presente para eliminar mermas y desperdicios.

CAPITULO VI
SITUACIÓN PROPUESTA

MÉTODO PROPUESTO

La situación que muestra la empresa MIROCA C.A. en el proceso de producción de bocinas presenta ciertas fallas en la distribución del tiempo y el espacio a emplear para el desarrollo del trabajo.

Esto puesto que existe un número de traslados significativos los cuales se podrían ser estudiados en fin de mejorar el proceso mismo para así disminuir las fatigas que puedan presentar los operarios en función de traslados innecesarios y de la misma manera evitar retrasos evitables por concepto de movimientos q hacen perder tiempo y gastar energías.

Debido a los datos arrojados en el diagrama de proceso se ha determinado que el traslado del material en pleno desarrollo de transformación hacia el taladro es innecesario ya que la operación que se realizara en esa maquina también la puede realizar el torno, de esta manera ahorramos tiempo evitando ese traslado y reducimos fatigas por tantos movimientos que realiza el operario y como consecuencia de este cambio o mejora se disminuye el tiempo de trabajo en el proceso de producción de bocinas.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL MÉTODO PROPUESTO

La empresa mecánica industrial Roraima (MIROCA) se dedica a la fabricación de piezas mecánica, para ello cuenta con el siguiente procedimiento de trabajo actual para la elaboración de bocinas: selecciona la barra a cortar se mide el diámetro y longitud, es llevada al área de cortado (se mide la barra según sus especificaciones), se mecaniza (se verifica sus medidas), se corta (se aplica refrigerante), se lleva al torno, se mecaniza (verifica medidas), selecciona la herramienta a utilizar en el torno, se centra la pieza con la herramienta, se escoge la revolución del torno, se comprueba el flujo de refrigerante , verifican las medidas a llevar la pieza sea longitud y diámetro, se enciende el torno, se refrenta a una tolerancia de 0,5 mm llevando la pieza a la longitud requerida y dejándole dicha tolerancia, se revisa la medida sin bajar la pieza, luego se desmonta después de verificar , se lleva la pieza a la prensa para ajustarla y mecanizarla (se toman las medidas para taladrarla), se busca la mecha para el taladro de acuerdo a la medida necesaria, se mecaniza la pieza en la prensa, se coloca la mecha al taladro, se taladra la pieza, se verifica el diámetro del agujero, se desmonta la pieza de la prensa , se lleva la torno para hacer rosca, se ajusta el torno (se sacan cálculos según la medida), se ajusta la herramienta del torno según las rosca, se ajusta la velocidad del torno para la rosca, se centra la pieza, se hace la rosca con una tolerancia de 0,5 mm , se para la maquina , se desmonta la pieza , se verifica la medida de la rosca con un tornillo(que posea la medida requerida),
Se lleva a la pulidora de mopa metálica, se ajusta la velocidad de la pulidora, se mecaniza la pieza, se pule el exterior de la pieza, verifican el pulido, se desmonta la pieza, se traslada a pintar, se pinta el área de roscado, se espera mientras seca, se lleva ala oficina, se verifica los requerimientos de la pieza , se embala , se revisa el embalaje, y luego se entrega al propietario.

A continuación se muestra el diagrama de proceso propuesto con la mejora respectiva.

Diagrama: Proceso.

Proceso: Fabricación de bocinas industriales.

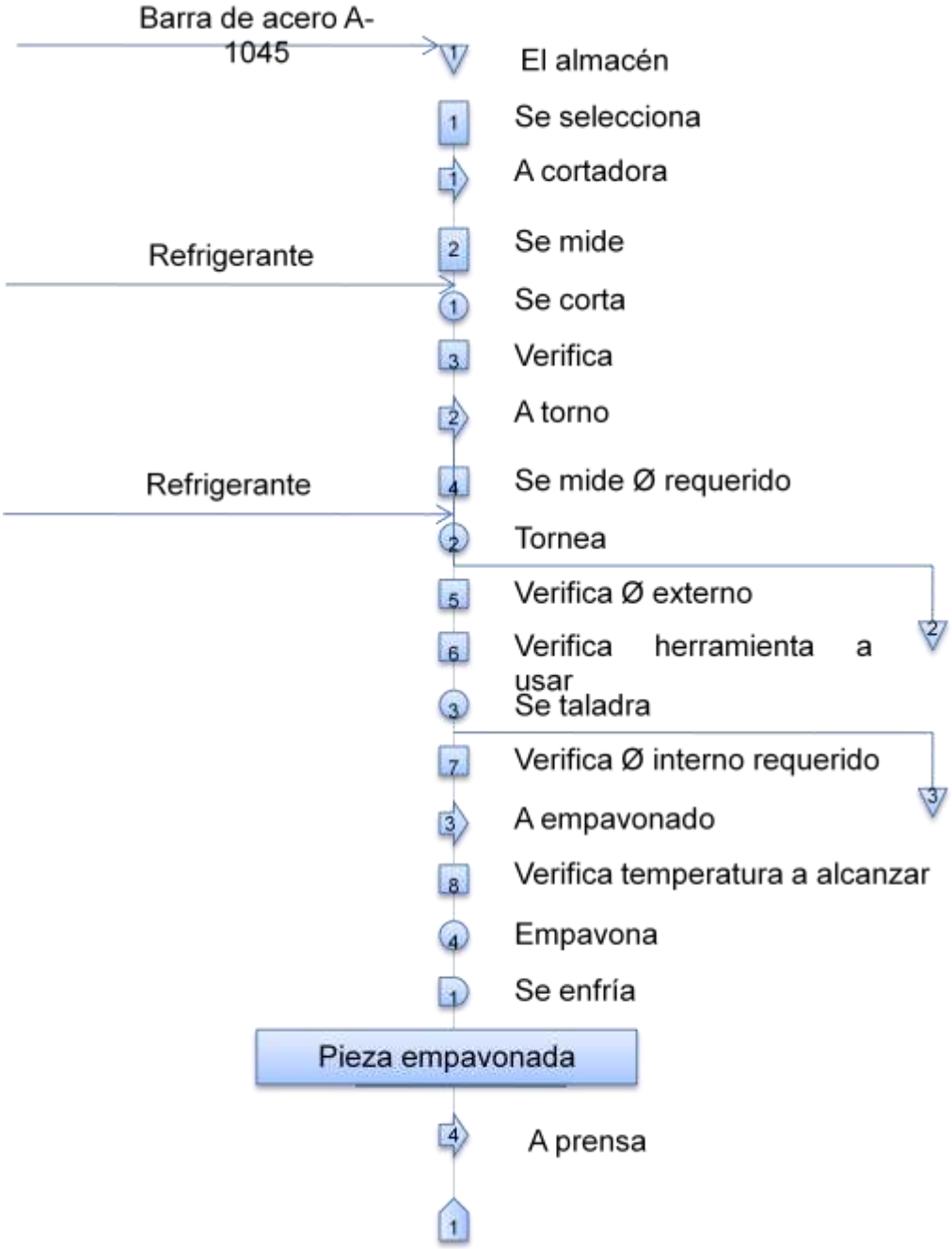
Inicio: Metal en almacén.

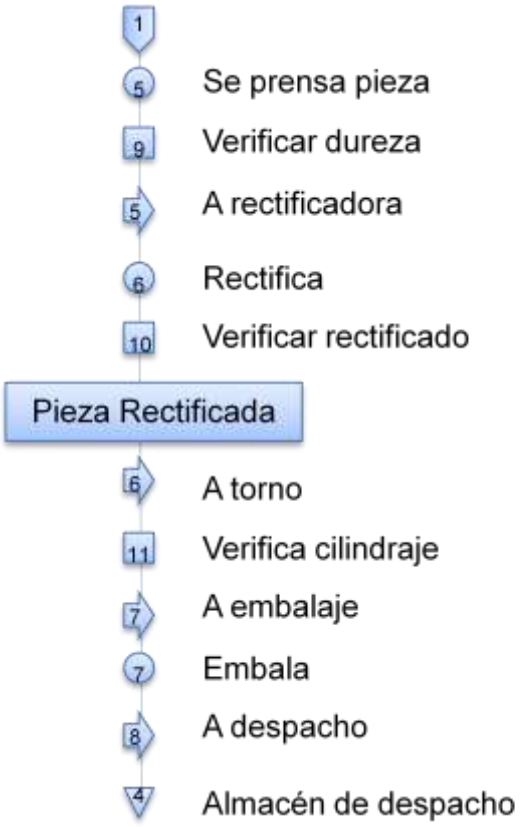
Fin: Almacén de despacho.

Método: Propuesto.

Fecha: 12/06/09.

Seguimiento: Material





<u>Resumen:</u>

Almacenes: 4

Verificaciones: 11

Traslados: 8 (28 m)

Operaciones: 7

Demoras: 1 (15 min)

Total: 31.

CAPITULO VII
ESTUDIO DE TIEMPO

ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempo en el proceso de producción de bocinas fue necesario para elaborar un análisis minucioso y obtener el tiempo estándar de esta operación con el objeto de identificar y clarificar los elementos fundamentales que intervienen en el proceso.

Nuestro propósito de realizar el estudio de tiempo, es estandarizar una de las operaciones ejecutadas de las actividades que realiza la empresa MIROCA C.A. por ser el proceso de almacenamiento y transformación del material una operación muy importante para la empresa, en donde se está presentando una operación innecesaria, por lo cual se decidió hacer un estudio al operario.

Tomamos observaciones directas del tiempo que tardaba el operario en realizar cada actividad del proceso, obtenidos mediante la lectura de el cronómetro en cada sub operación realizada por este.

CALCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR

En la actividad de de elaboración de bocinas mecánicas de acero A-1045 en la empresa MIROCA, se cuenta con siete operaciones las cuales están clasificadas de la siguiente manera:

1. Cilindrado
2. Refrentado
3. Cortado
4. Taladrado
5. Empavonado
6. Rectificado
7. Embalaje.

A las cuales se les realizo un estudio de tiempos (en minutos) por cronometraje vuelta a cero, de donde se realizaron diez observaciones a cada una obteniéndose los siguientes datos:

El tiempo de preparación de la maquina al inicio de la jornada de trabajo (8:00am a 12:00pm y de 1:00pm a 5:00pm) es de 10 minutos y al final de la jornada el operario emplea 15 minutos para ordenar el puesto y cuenta con 15 minutos para almorzar.

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Debido a que se tienen siete elementos en el proceso, se decidió realizar un solo cálculo de tiempo estándar teniendo como referencia la tabla donde se especifican los ciclos ilustrados anteriormente, para luego establecer el tiempo estándar del proceso, que será la suma del tiempo calculado para todos los elementos o actividades que intervienen en el proceso.

Para ello se aplicara el estudio del tamaño de la muestra, para los siete casos se documento una muestra de 10 tiempos de ejecución de las actividades, las cuales se muestran a continuación.

A continuación se presenta la tabla de **estudio de tiempos (tabla de registro de datos)** en donde se ilustran los ciclos y tiempos observados para cada actividad.

ESTUDIO DE TIEMPOS: CICLO BREVE

DPTO.: PROCESO SECCIÓN

OPERACIÓN: descarga y recepción

Estudio de Métodos núm. 1

INSTALACIÓN/MÁQUINA:_____ **NÚM**.

HERRAMIENTAS Y CALIBRADORES: _____

PRODUCTO/PIEZA: material de ferretería **NÚM.:** 3

PLANO NÚM.: 1 **MATERIAL:** ACERO

CALIDAD:_____**CONDICIONES DE TRABAJO:**_____

NOTA: Dibuje plano de talle

ESTUDIO num. 1_____

HOJA num. 1_____

TERMINO: 20/06/09 _____

COMIENZO: 10/06/09._____

TIEMPO TRANSC.: 10 Días_____

OPERARIO:_____

FICHA:_____

OBSERVADO POR: El grupo_____

FECHA: 10/06/09 – 20/06/09._____

COMPROBADO:_____

ELEMENTO		Tiempo observado (Ciclos)										$\sum T$	$\overline{T}$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Cilindrado	T	**18**	**17**	**18**	**17**	**18**	**18**	**17**	**18**	**16**	**16**	**173**	**17.3**
	L	18	17	18	17	18	18	17	18	16	16		
Refrentado	T	**14**	**16**	**15**	**16**	**16**	**18**	**17**	**16**	**14**	**16**	**158**	**15.8**
	L	32	33	33	33	34	36	34	34	30	32		
Cortado	T	**11**	**10.55**	**10.55**	**11**	**11**	**10**	**11**	**10**	**11**	**11**	**107.1**	**10.71**
	L	43	43.55	43.55	44	45	46	45	44	41	43		
Taladrado	T	**6.5**	**6**	**6.5**	**6.3**	**6.5**	**6**	**6.2**	**6**	**6.5**	**6.5**	**63**	**6.3**
	L	49.5	49.55	50.05	50.3	51.5	52	51.2	50	47.5	49.5		
Empavonado	T	**0.5**	**0.6**	**0.5**	**0.5**	**0.7**	**0.7**	**0.5**	**0.6**	**0.5**	**0.7**	**5.8**	**0.58**
	L	50	50.15	50.55	50.8	52.2	52.7	51.7	50.6	48	50.2		
Rectificado	T	**5.14**	**5.14**	**5.13**	**5.14**	**5.12**	**5.13**	**5.14**	**5.13**	**5.14**	**5.12**	**51.33**	**5.133**
	L	55.14	55.29	55.68	55.94	57.32	57.83	56.84	57.33	53.14	55.32		
Embalaje	T	**1**	**1**	**0.9**	**1**	**0.8**	**1.1**	**1**	**1**	**1**	**1**	**9.8**	**0.98**
	L	56.14	56.29	56.58	56.94	58.12	58.93	57.84	56.73	54.14	56.32		

TABLA Nº 1. Estudio de tiempos (ciclo breve)

Definición del Coeficiente de Confianza (c):

El coeficiente de confianza seleccionado para la muestra en estudio corresponde al 90%, es decir:

c=0.90

Tiempo de ciclo

Para fijar el estadístico Tc se procede a calcular el nivel de significación (α) y el grado de libertad (ν) y con los valores que se obtengan remitirse a la Tabla t-student (anexo Nº3) para una muestra de 10 observaciones.

$tc = t_{(\alpha,v)}$

$1-\alpha = 0.90$; $\alpha = 1 - 0.90$; $\alpha = 0.10$

$v = n-1$; $v = 9$

$tc = t_{(0.10,;9)}$; $tc = 1.383$

Desviación estándar

Cálculo de la desviación estándar: se tomaron los tiempos totales de operación obtenidos para cada ciclo (extraídos de la tabla de registro de datos).

$S = \sqrt{\dfrac{\quad}{\quad}}$; $S = 1.90959$

$\bar{X} = \bar{T}_1 + \bar{T}_2 + \bar{T}_3 + \bar{T}_4 + \bar{T}_5 + \bar{T}_6 + \bar{T}_7 = 56.803$ min

Tiempo promedio seleccionado (TPS)

TPS= $\bar{X}$ = 56.803 min

Intervalo de confianza

$I = \bar{X} \pm \dfrac{\quad}{\quad}$; $I_1 = \bar{X} + \dfrac{\quad}{\quad}$; $I_2 = \bar{X} - \dfrac{\quad}{\quad}$

$I_1 = 57.37574$ min

$I_2 = 56.23026$ min

$I = I_2 – I_1$; $I = 1.14548$ min

Intervalo de muestra

$Im = \dfrac{\quad}{\quad}$; $Im = 1.14548$ min.

(Criterio de decisión)

$$\textbf{Si} \begin{cases} I_m \leq I & \text{Se acepta} \\ I_m > I & \text{Se rechaza} \end{cases}$$

Como **Im = I**, por lo tanto se acepta el numero de observaciones realizadas al proceso, **n=10**

CÁLCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR

TPS_{10} = 56.803 min.

<u>Calculo de CV (método Westinghouse)</u>

(Calcular la calificación de Velocidad CV)

Se determinó el factor de calificación y la calificación de la velocidad, de la siguiente manera, para los siete elementos se seleccionó un operario y se le analizo su trabajo para su calificación.

- **Habilidad:** Este factor se encuentra en un nivel bueno debido a que el operario tiene aptitudes apropiadas para la realización de las actividades puesto que posee la destreza que implica la realización de la tarea.

- **Esfuerzo:** Se califico el esfuerzo como aceptable debido a que el operario aplica un apropiado esfuerzo físico para la realización de las actividades puesto que la elaboración de la pieza es un trabajo arduo.

- **Condiciones:** las condiciones de trabajo del operario son aceptables, puesto a que las condiciones climáticas de la zona hacen tedioso la realización de la actividad debido a la temperatura, pero al mismo tiempo, esto no tranca o imposibilita su realización

- **Consistencia:** el rendimiento del operario al realizar la tarea es buena debido a su alta destreza, se muestra muy consistente en la realización del trabajo que requiere de mucha repetitividad

A continuación se muestra en la tabla Nº2 se identifica el factor de calificación asignado al operador de acuerdo a la tabla de calificación de velocidad, sistema westinhouse (anexo Nº1).

FACTOR	CLASE	CATEGORIA	VALOR
Habilidad	Buena	C2	+0.03
Condiciones	Aceptable	E	-0.03
Esfuerzo	Aceptable	E2	-0.08
Consistencia	Buena	C	+0.01
			Σ **= -0.07**

TABLA Nº 2. Calificación de velocidad. Sistema Westinghouse

c = -0.07

Cv = 1$\pm$ c; Cv = 1-0.07; **Cv = 0.93**

Con este resultado se observa que el operario tiene un nivel de velocidad del 93% para las actividades que realiza, lo que se considera como bueno ya que este debe realizar diariamente siete actividades varias veces al día durante la tornada de trabajo para poder realizar una pieza.

<u>Calculo de tiempo normal (TN)</u>

$TN = TPS_{10} \times Cv$

TN = 52.82679 min

Este resultado refleja el tiempo normal de trabajo del operario y el que emplea para la operación completa es decir las siete actividades que emplea para realizar una pieza.

	HOJA DE CONCESIONES	NÚMERO	1
		VIGENCIA	Actual
		FECHA	30/07/2009

CÓDIGO DE CARGO: ----------	CONCESIONES: FATIGA, NP ,TPI,TPF, ALMUERZO	FECHA: 30/07/2009
ÁREA: MACANICA	GERENCIA O DIVISIÓN:	PREPARADO POR: GRUPO DE INVESTIGACIÓN
PROYECTO: 1	DEPARTAMENTO O SECCION: INGENIERIA INDUSTRIAL	REVISADO POR:
PROCESO: FABRICACION DE BOCINAS	TÍTULO DE CARGO: Estudiantes	APROBADO POR:

PUNTOS POR GRADOS DE FACTORES

FACTORES DE FATIGA	1er.	2do.	3er.	4to
- CONDICIONES DEL TRABAJO:				
1 TEMPERATURA	5	10	15	40 ☒
2 CONDICIONES AMBIENTALES	5	10 ☒	20	30
3 HUMEDAD	5	10	15 ☒	20
4 NIVEL DE RUIDO	5	10	20	30 ☒
5 LUZ	5 ☒	10	15	20
- REPETITIVIDAD:				
6 DURACIÓN DEL TRABAJO	20	40	60 ☒	80
7 REPETICIÓN DEL CICLO	20	40 ☒	60	80
8 DEMANDA FÍSICA	20 ☒	40	60	80
9 DEMANDA VISUAL O MENTAL	10	20	30 ☒	50
- POSICIÓN				
10 DE PIE MOVIÉNDOSE, SENTADO-ALTURA DE TRABAJO	10	20 ☒	30	40
TOTAL PUNTOS	270 puntos.			
CONSECIONES POR FATIGA (MINUTOS)	73 min			
- OTRAS CONSECIONES- (MINUTOS)				
TIEMPO PERSONAL	15 min.			
DEMORAS INEVITABLES	----------			
TOTAL CONCESIONES	88 min			
- CARGA DE TRABAJO ESTÁNDAR: 65.59029 min				

Definición de los aspectos del cálculo de tolerancias por fatigas

- Temperatura grado 4 (40 Pts): a) Ambientes sin circulación de aire: temperatura >= 32ºC.

- Condiciones ambientales (Ventilacion) grado 2 (10 Pts): Ambientes de planta o de oficina sin aire acondicionado. Ocasionalmente pueden presentarse malos olores o mala ventilación.

- Humedad grado 3 (15 Pts): Alta humedad. Sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida. Humedad relativa del 80%.

- Nivel de ruido grado 4 (30 Pts): Ruidos de alta frecuencia u potras características molestas, ya sean intermitentes o constantes.

- Iluminación grado 3-- (15 Pts): El resplandor continuo es inherente al trabajo y se requiere cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 lux

- Duración del trabajo grado 3 (60 Pts): Operación que puede completarse en 1 hora o menos.

- Repetición del ciclo grado 2 (40 Pts): Operaciones de un patrón fijo razonable, donde existen previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.

- Esfuerzo físico grado 1 (20 Pts): Esfuerzo manual aplicado más del 15% del tiempo, por encima de 30 kg.

- Esfuerzo mental o visual grado 3 (30 Pts): Atención mental y visual contínuas debido a razones de calidad o seguridad. Generalmente ocurre e operaciones repetitivas que requieren un estado constante de alerta o de actividad por parte del trabajador

- Posición de trabajo Posición de pie grado 2 (20 ptos): Realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permite que el trabajador se siente solo en pausas programadas para descansar.

Calculo tolerancias por fatiga (método sistemático)

FACTOR	NIVEL	PUNTOS
Temperatura	N4	40
Ventilación	N2	10
Humedad	N3	15
Ruidos	N4	30
Iluminación	N1	5
Duración del trabajo	N3	60
Repetición del ciclo	N2	40
Esfuerzo físico	N1	20
Esfuerzo mental	N3	30
Posición de trabajo (de pie)	N2	20

TABLA Nº 3. Tolerancias por fatiga **Σ= 270**

A través de la tabla de concesiones por fatiga (anexo Nº 2) se identitifican la clase, rango, porcentaje de concesión y el tiempo (en minutos) de la fatiga establecida por los niveles y puntaje obtenidos en la tabla Nº3.

Clase: E3

Rango: 269-275

% concesión: 18%

Fatiga: 73 min

Determinación De Tolerancias Fijas

- Tiempo de preparación para iniciar operaciones (TPI): 10 minutos; en este tiempo es preparada el área de trabajo, es decir el tiempo que el operario tarda en encender las maquinas y buscar el material y herramientas a utilizar .
- Tiempo de preparación al final (TPF): 15 minutos.; en este tiempo se realizan las operaciones de ordenamiento del área de trabajo, en este caso es el tiempo que el operario tarda en guardar materiales y herramientas además de apagar las maquinas y guardar las piezas realizadas.

Tiempo promedio inicial, TPI = 10 min

Tiempo promedio final, TPF = 15 min

Almuerzo = 15 min

Jornada de trabajo, JT = 480 min/día (jornada discontinua)

Necesidades personales: 5% del tiempo normal, NP=2.64133 min

- Necesidades personales: considerando que este valor es la suma de todos los tiempos empleados por el operario durante la jornada de trabajo, En este caso estos tiempos podrán ser para que el operario tome agua, vaya al baño, entre otras necesidades que se le puedan presentar.

$\Sigma_{\textbf{Tolerancias fijas}}$**: TPI+TPF = 25 min**

Tolerancias variables: NP= 2.64133 min ***(T1)***

<u>Calculo de jornada efectiva de trabajo (JET)</u>

JET= JT- $\Sigma_{\text{Tolerancias fijas}}$

JET= 455 min

<u>Normalizando:</u>

JET-fatiga ⟶ fatiga

TN ⟶ X

(455 -73) min ⟶ 73 min

52.82679 min ⟶ X

X= FATIGA = 10.09517 min ***(T2)***

Después de determinar el tiempo de fatiga a través del método sistemático y el tiempo de fatiga a través de los cálculos realizados se observa que el operario tiene una mayor fatiga debido a las condiciones ambientales (temperatura, ventilación, humedad), esfuerzo que hace respecto a las actividades que realiza dentro de la empresa y repetición de las misma en comparación con la producida por el tiempo normal o tiempo que emplea para elaborar una pieza, esto genera desventajas impidiendo así el buen desenvolvimiento del operario en la realización de las diferentes actividades dentro de la empresa y se debe seguir evaluando ya que de ello depende una mayor producción diaria para la empresa.

<u>Calculo de tiempo estándar (TE)</u>

$TE = TN + \Sigma_{\text{Tolerancias variables}}$

Tolerancias variables:

- **T1: necesidades personales**
- **T2: fatiga**

$\Sigma_{\text{Tolerancias variables}} = T1 + T2;$

$\Sigma_{\text{Tolerancias variables}} = (2.64133 + 10.09517)$ min

$\boldsymbol{\Sigma_{\text{Tolerancias variables}} = 12.7365}$ **min**

TE= 65.59029 min

A través del cálculo realizado para tiempo estándar se determina el tiempo que debe emplear el operario para poder realizar con efectividad todas las actividades requeridas para la elaboración de las bocinas. De este tiempo depende la productividad de la empresa ya que el mismo permite que se elaboren más piezas de las que realmente se producen diariamente.

Estudio de muestreo

Para este estudio se llevó a cabo el método de observaciones diarias con respecto a las veces que el operario se encuentra realizando una o varias actividades durante la jornada de trabajo asi como también las veces que el mismo no trabajaba y las razones por las que no realizaba alguna tarea dentro de la empresa. Para esto se decidió realizar una evaluación acerca de la eficiencia del operador que alli labora, contando con la siguiente informacion:

OBSERAVCIONES DIARIAS									
Trabaja (sucesiones)					No Trabaja (sucesiones)				
DIA	OPERA LAS MAQUINAS	MANTENIMIENTO A LAS MAQUINAS	RECOGE DESECHOS	VERIFICA FUNCIONMIENTO DE LAS PIEZAS	NO HAY MATERIAL	AUSENTE	OCIO	EQUIPO DAÑADO	n ∑obs diarias
1	17	3	2	17	4	1	1	2	47
2	18	3	3	19	0	1	2	1	47
3	19	2	4	19	3	0	0	0	47
4	19	3	5	20	0	0	0	0	47
5	21	2	5	18	1	0	0	0	47
6	20	2	5	18	1	0	1	0	47
7	20	2	5	20	0	0	0	0	47

$\Sigma_{obs\ trab}$=134 $\Sigma_{obs\ trab}$ = 17 $\Sigma_{obs\ trab}$ = 29 $\Sigma_{obs\ trab}$= 131 Σ_{obs} totales= 329

TABLA Nº 4. Observaciones diarias para estudio de muestreo (eficiencia del operario)

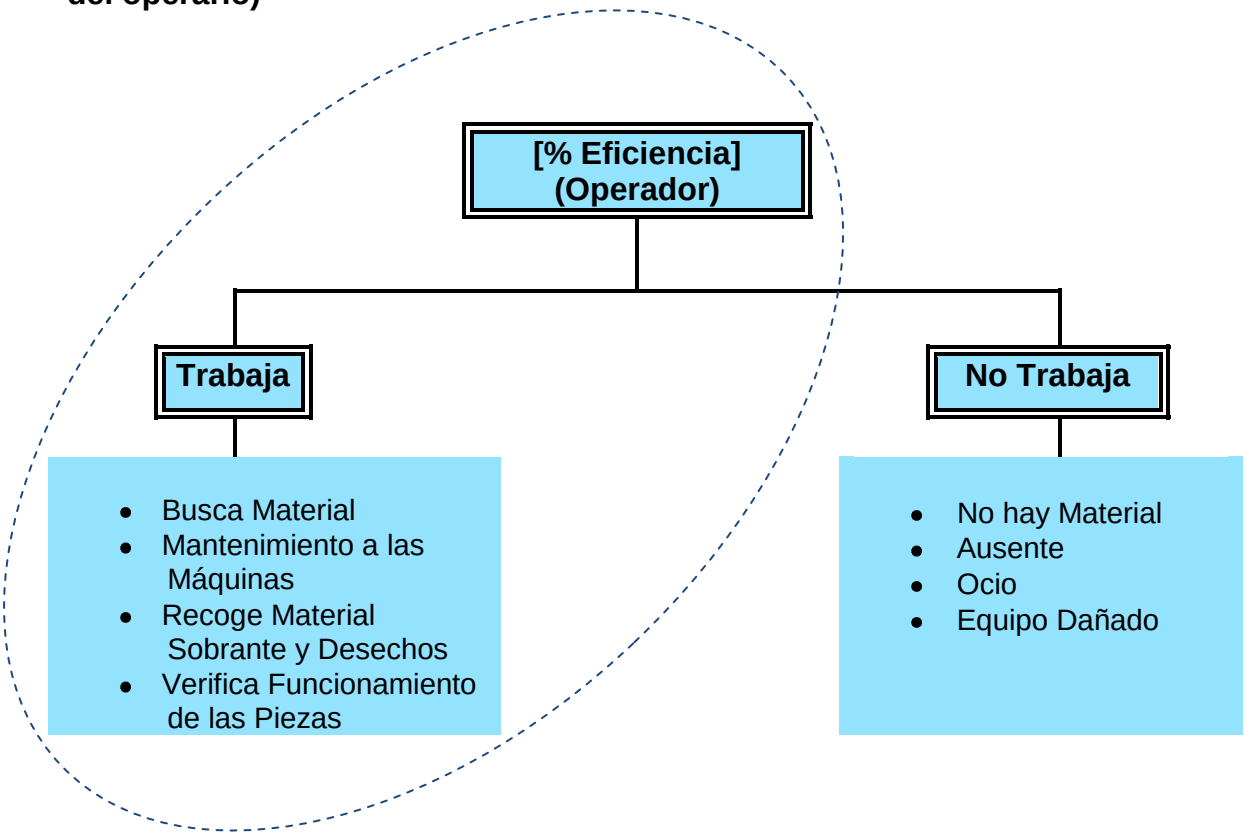


DIAGRAMA N° 1. Porcentaje de eficiencia del operador

NC	99.7	99	98	96	95.5	95	90	80	68.3	50
k	3.00	2.58	2.33	2.05	2.00	1.96	1.64	1.28	1	0.61

TABLA Nº 5. Nivel de confianza para determinar el coeficiente k.

NC= 90%

S= 10%

K= 1.64

Dias de estudio = 7

Observaciones diarias (n) = 47

Observaciones totales = 329

<u>Porcentaje de ocurrencia del evento</u>

$\bar{P}$ = _____ _____

$\bar{P}$ =0.94528; $\bar{P}$= 94.5%

<u>Calculo de exactitud</u>

$$S' = k \sqrt{\frac{\bar{P}}{n}} = 0.02175$$

S´= 2.17%

Como S´ < S, se estima que el estudio realizado es confiable

CALCULO DE LIMITE DE CONTROL

Lc = $\bar{P}$ = 0.94528

$$Lcs = \bar{P} + k\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

Lcs= 0.99968

$$Lci = \bar{P} - k\sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

Lci = 0.89088

Para ubicar los puntos en la grafica de control se realiza el siguiente calculo:

P= (∑Nº de obs de trabajo por dia) / n

P_1= (17+3+2+17)/ 47 = 0.82

P_2= 0.91

P_3= 0.93

P_4= 1

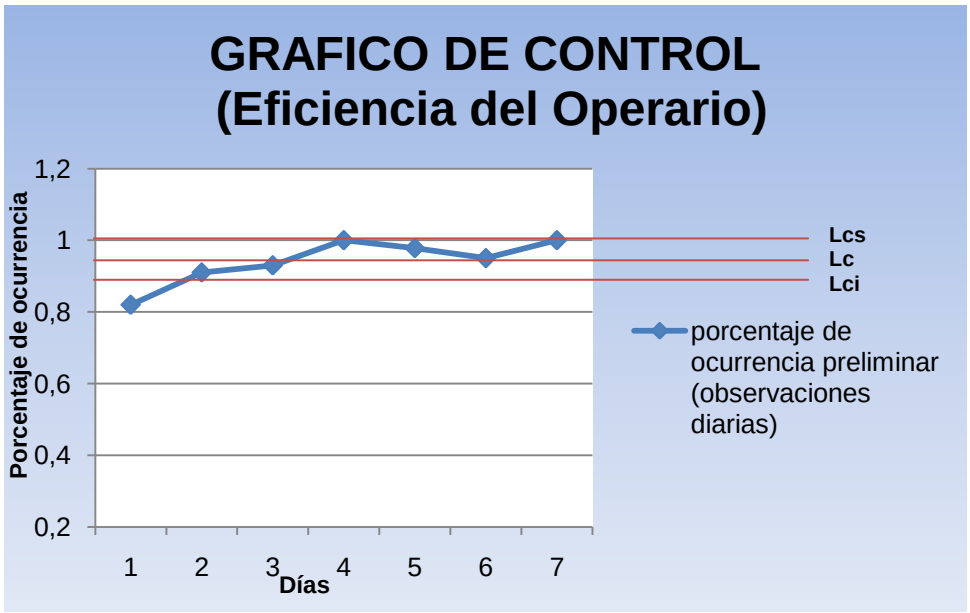
P_5= 0.978

P_6= 0.95

P_7= 1

PORCENTAJE DE OCURRENCIA PRELIMINAR (observaciones diarias) PARA GRAFICO DE CONTROL	
Día	**P**
1	0.82
2	0.91
3	0.93
4	1
5	0.978
6	0.95
7	1

TABLA Nº 6. Porcentaje de ocurrencia preliminar para observaciones diarias



GRAFICA Nº 1. GC-1

La función del operario dentro de una planta de trabajo independientemente al campo a la cual esta pertenezca, debe ser de manera optima y eficaz desenvolviendo todas sus habilidades y conocimientos en función de lograr o cumplir a pie de la letra el plan de trabajo prescrito por la empresa, garantizando de manera satisfactoria la productividad de la misma. Es por esto que se ve la necesidad de estudiar gráficamente el trabajo y desempeño del operario.

Análisis de la grafica de control GC-1

De la grafica anterior podemos observar que:

- El inicio de las observaciones arrojan que en el primer día el operario se encontraba un poco deficiente con respecto a las actividades que debía realizar ese día, lo cual queda reflejado en la grafica estando fuera de los límites de control, específicamente fuera del Lci.

- Existe una ligera tendencia ascendente a partir del segundo día hasta el cuarto día, lo que significa que el operario se encontraba realizando sus labores cada vez mejor y de manera eficiente.

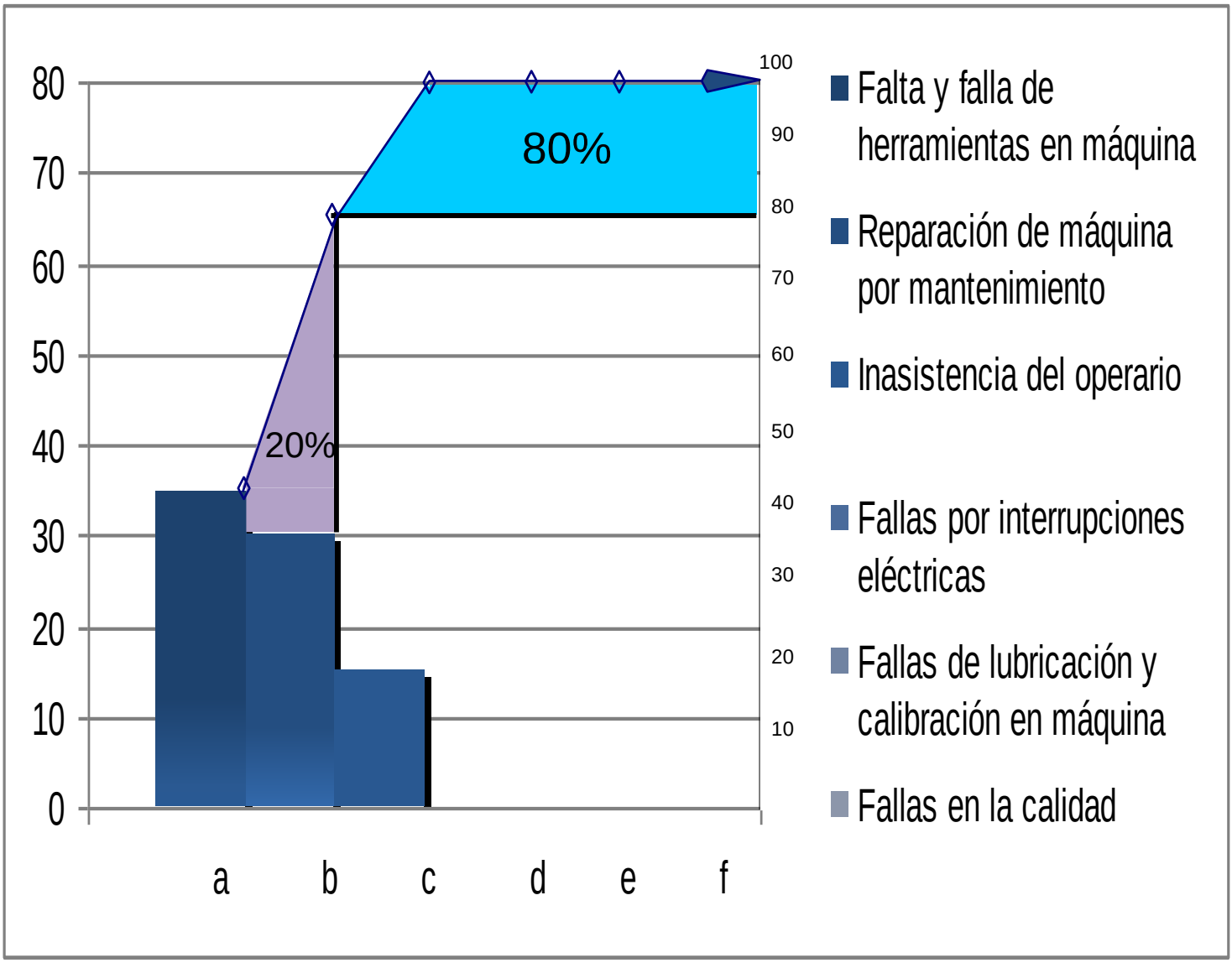
- En el quinto día hubo un defase en las actividades del operario ya que la tendencia que era ascendente hasta ese momento decayó 0.03 en la grafica, es decir, que ese día el operario disminuyo sus niveles de trabajo y eficiencia.

- En el sexto día continuo el defase de actividades del operario hasta disminuir 0.02 en la grafica, y no por el defase quiere decir que disminuyeron los niveles de eficiencia y desarrollo de actividades, ya que este día se ubico precisamente en el límite de control.

- En el séptimo día graficado se comporto de manera ascendente ya que nuevamente aumento en un 0.05, determinando así que las actividades que realiza el operario están controladas.

Hay una racha normal ya que la mayoría de los puntos de la grafica se encuentran entre los limites de control superior e inferior, lo que nos quiere decir que la mayor parte del tiempo el operario se encuentra realizando sus labores de trabajo con respecto a la producción de bocinas.

DIAGRAMA DE PARETTO DE FALLAS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BOCINA DE LA EMPRESA MIROCA C.A.



GRAFICA PT-1

a

Después de determinar el estudio de movimiento y tiempo en los elementos inmersos al proceso, se llevo a cabo la realización grafica del mismo, de lo cual se desprendieron los siguientes resultados, que a su vez demuestran el comportamiento del proceso productivo de la proyección actual, teniendo como fin común representar las importancias o características vitales que existen en el proceso de transformación del material en beneficio de atacar lo mas pronto y eficazmente posible los aspectos desfavorables, para mantener la calidad del producto final.

Análisis de la GRAFICA PT-1:

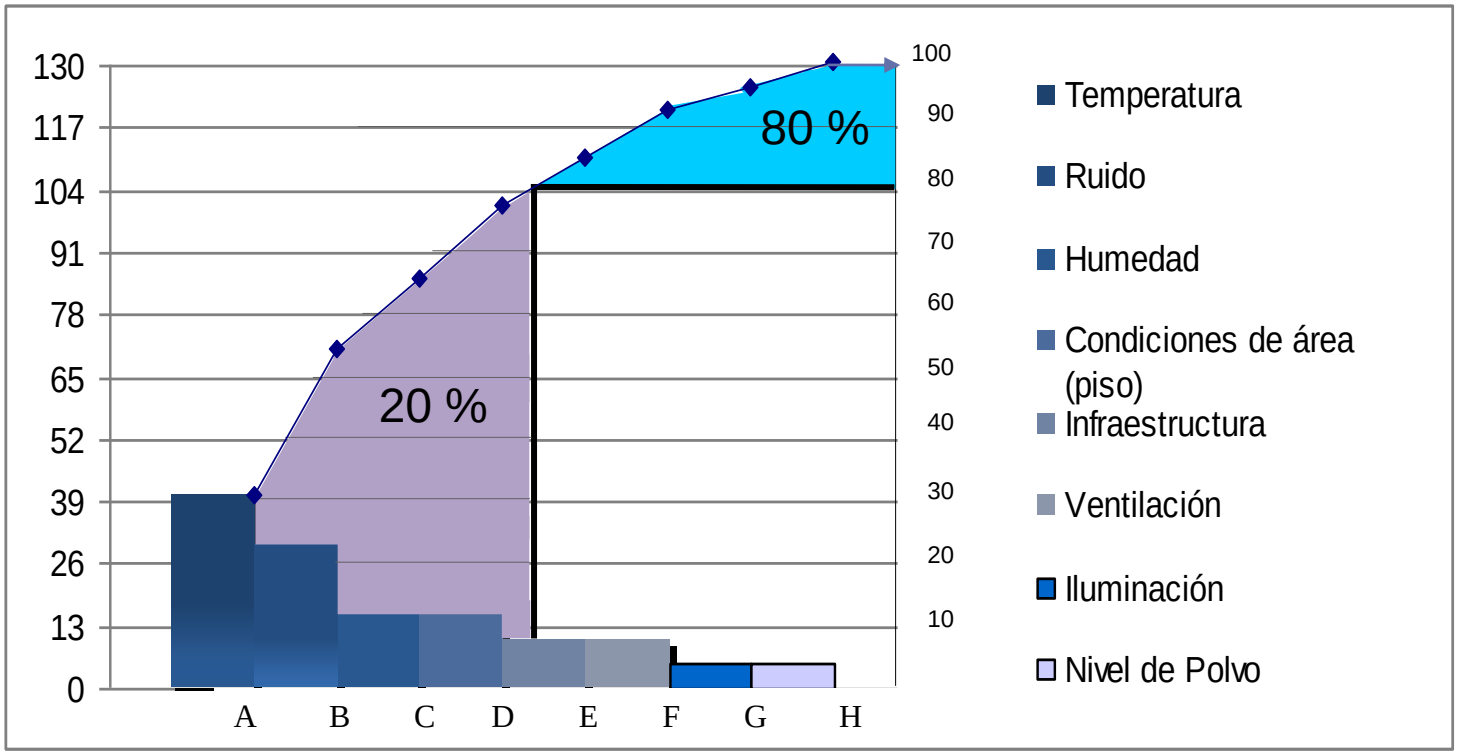
- Mediante las barras de la grafica se determinaron los aspectos más resaltantes en cuestión de fallas en el proceso de producción de bocinas, clasificándolas en dos tipos: primordiales, secundarias.

- Mediante la aplicación del método del percentil 80/20 se pudo definir cuales son los aspectos de falla en la producción más importante siendo estos: inasistencia del operario, fallas por interrupciones eléctricas, fallas por lubricación y calibración y falla en la calidad (de desempeño del producto final). Estas fallas son de tipo primordial a la hora de calificarlas en los aspectos de producción de bocinas, puesto que son los que acumulan el 80% de las fallas importantes resaltadas en la grafica. Lo cual hace notar que los mismos deben estar siempre en constante monitoreo y supervisión par garantizar el desarrollo del plan de trabajo de manera efectiva y eficiente.

- Mediante la aplicación del método del percentil 80/20 se pudo definir que el otro 20% de fallas en la producción son de tipo secundario por darle alguna calificación en los aspectos productivos de bocinas. Ya que estos no determinan la completa interrupción del proceso pudiendo haber otras alternativas de control y supervisión para mantener en estado equitativo ambas fallas, las primordiales y las secundarias.

- Las razones numéricas en las graficas se hicieron en base a un puntaje de 100 en el cual las distintas características mostraron puntajes aceptables con respecto a los estándares que se mantiene la administración de la empresa MIROCA C.A.

DIAGRAMA DE PARETTO DE FALLAS DE LA EMPRESA MIROCA C.A.



GRAFICA PT-2

Las condiciones que debe tener una planta donde se realicen labores de algún tipo de trabajo sin importar el campo del que sea, deben ser estrictamente optimas para desarrollar las actividades de faena de manera eficiente y eficaz, es por ello que se tiene que tomar en cuenta tanto la infraestructura como los componentes de la planta para garantizar tanto la seguridad de los que en ella laboran como la calidad y seguimiento del plan de trabajo propuesto.

Expuesta esta aclaratoria de la importancia de la planta como parte del proceso de producción, se ve la necesidad de analizar estos aspectos y realizar un diagrama de fallas en la empresa como área o estructura del capital de trabajo, debido a que este factor influye en el proceso de fabricación y transformación de la materia prima en el producto final.

Análisis de la GRAFICA PT-2:

- Mediante las barras de la grafica se determinaron los aspectos más resaltantes en cuestión de fallas en la planta de producción de bocinas.

- Mediante la aplicación del método del percentil 80/20 se pudo definir cuales son los aspectos de falla más importante en la planta de producción, siendo estos: infraestructura, ventilación, iluminación y nivel de polvo. Entre los aspectos de ventilación, iluminación y nivel de polvo, aun haciendo un mínimo de presencia en la planta, ponen en riesgo la humanidad de los operarios que desarrollan las actividades de transformación de la materia, además proporcionan fatigas evitables a los mismos y como consecuencia también obstruyen el proceso productivo generando tardanzas evitables. Por lo tanto estas características se deben mantener bajo supervisión y monitoreo para garantizar control de la planta.

- La infraestructura de la planta esta proyectada como el nivel intermedio de la grafica lo que determina que debería mejorarse para así satisfacer las proyecciones de producción que se puedan estimar para el futuro, y garantizar la calidad a un mayor nivel.

- Mediante la aplicación del método del percentil 80/20 se pudo definir que el otro 20% de fallas en la planta producción son de tipo secundario por darle alguna calificación en los aspectos productivos de bocinas. Ya que estos no determinan la completa interrupción del proceso pudiendo haber otras alternativas de control y supervisión para mantener en estado equitativo ambas fallas, las primordiales y las secundarias. Por ejemplo, al optimizar la ventilación de la planta se resuelve de manera directa el tema de la temperatura por ello esta característica es secundaria conforme a las fallas, y así sucesivamente.

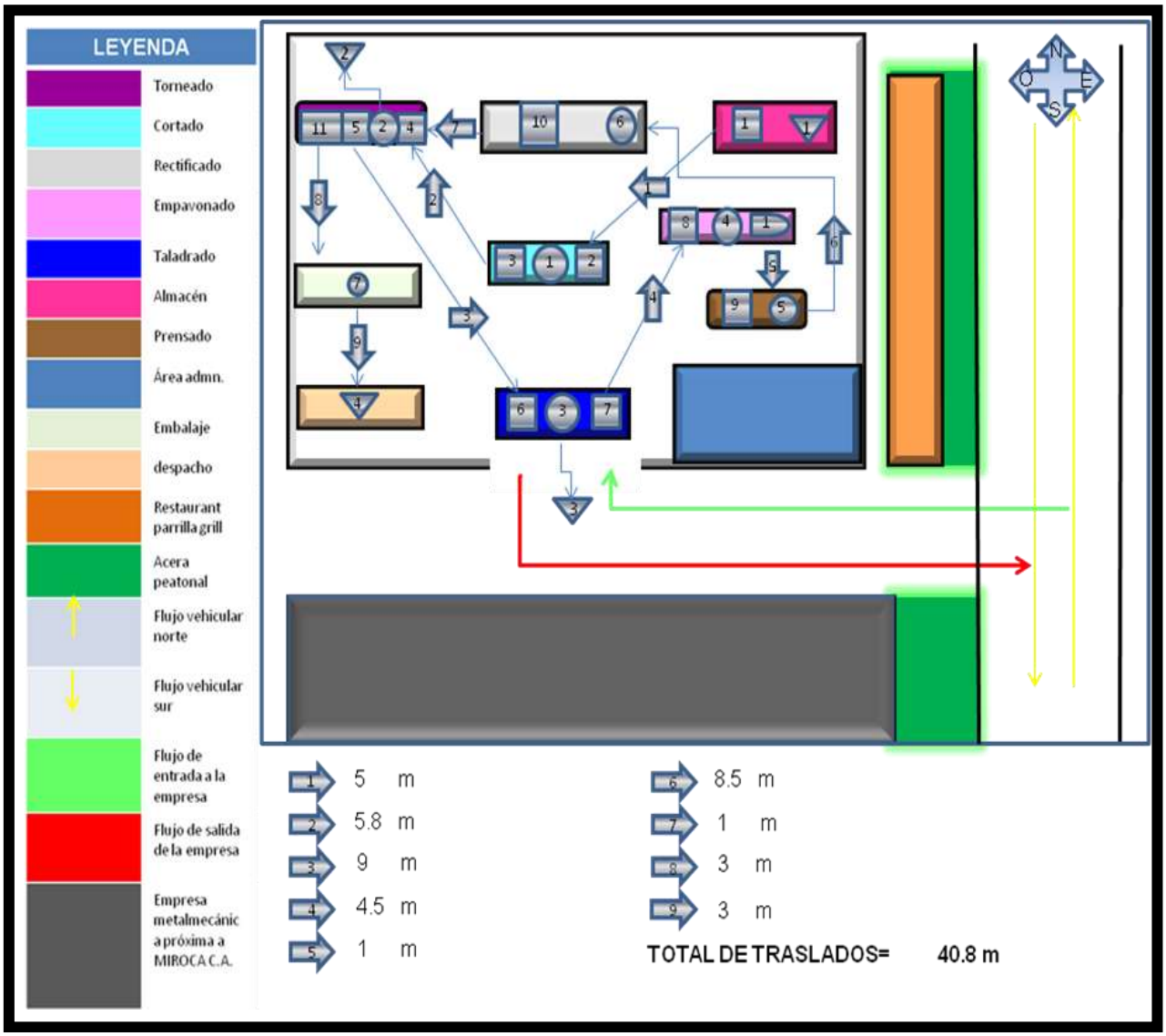
- Las razones numéricas en las graficas se hicieron en base a un puntaje de 100 en el cual las distintas características mostraron puntajes

aceptables con respecto a los estándares que se mantiene la administración de la empresa MIROCA C.A.

Distribución de planta de la empresa MIROCA C.A.

La distribución del perímetro de una planta debe estar enmarcada en el aprovechamiento al máximo de los espacios que la complementan, comprendiendo: espacios de superficie plana, espacios cúbicos ascendentes y descendentes, esto con el fin de utilizar la mayor parte de la área de la empresa para así crear mayor capital de trabajo, agilizar el proceso y los medios de producción, optimizando la calidad del producto final y dando valor agregado al mismo, teniendo como consecuencia, la satisfacción del consumidor final y de la empresa, por cumplir a tiempo y con excelencia el objetivo propuesto en el plan de trabajo.

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA ACTUAL DE LA EMPRESA MIROCA C.A.



PLANO Nº 1.

Análisis del PLANO Nº 1:

De la gráfica anterior se puede decir que:

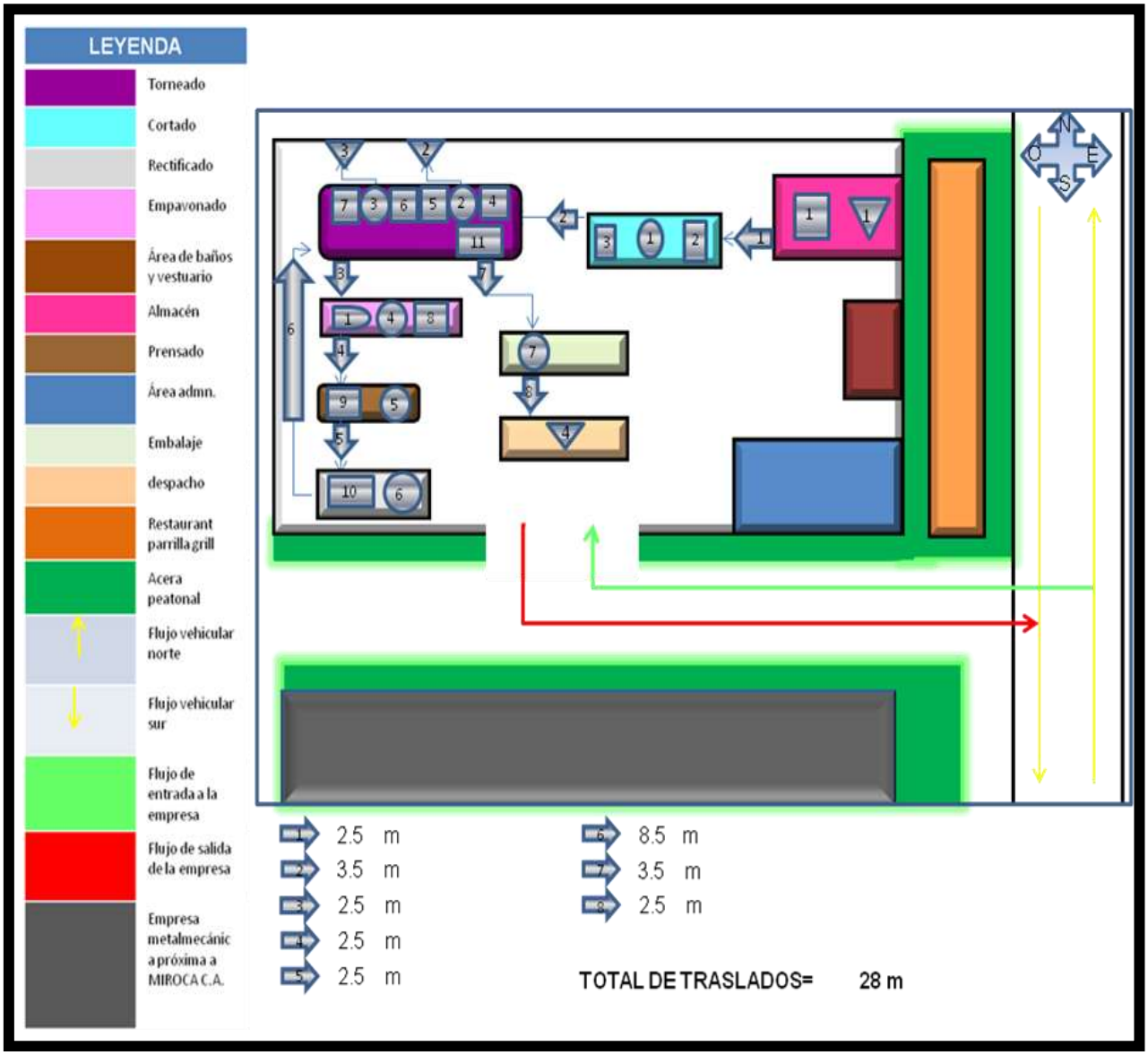
- La distribución de la planta no es la más adecuada al proceso puesto que las estaciones de trabajo están separadas por mucha distancia lo cual ocasiona perdidas de tiempo y atraso en el proceso.

- Las estaciones de trabajo no están acopladas a un proceso productivo factible en cuanto a rapidez y eficiencia, ya que el seguimiento del recorrido del material es muy largo debido al desorden de las maquinas.

- Las distancias de separación de las maquinas causan fatigas al operario, causando así posibles fallas en el proceso de producción y tardanza a la hora de la entrega del producto final. Estas fatigas pueden ser evitables realizando una nueva distribución de las maquinas.

- El flujo de entrada y salida de la empresa no esta enmarcado en la seguridad de los peatones u operarios que en ella laboran puesto que esta no posee una acera peatonal en su perímetro interno, que garantice la seguridad de los mismos como también prevenir accidentes que puedan ocurrir.

DISTRIBUCIÓN PROPUESTA DE PLANTA DE LA EMPRESA MIROCA C.A.



PLANO Nº 2.

Análisis del PLANO Nº 2:

De la grafica anterior se puede decir que:

- La distribución de las maquinas y del espacio en general propuesto reflejan un perímetro ordenado de las estaciones de trabajo por las cuales pasa el material para ser transformado hasta el producto final, en este caso bocina industrial.

- Las estaciones de trabajo están acopladas a un proceso productivo factible en cuanto a rapidez y eficiencia, ya que el seguimiento del recorrido del material es modificado con respecto a la ubicación de las maquinas, de manera que se reducen los espacios.

- Los trayectos de separación de las maquinas se redujeron a su mínima distancia respetando los espacios de utilización de cada una, esto reduce las fatigas al operario, obteniendo como consecuencia rapidez en el proceso de transformación del material.

- Siguiendo el recorrido establecido en el plano, se muestra una secuencia de trabajo que no es interrumpida por otra, optimizando así el proceso.

- La entrega del producto final se realiza de manera factible y eficaz promoviendo confianza en los clientes y dando satisfacción a los operarios por la perfecta realización del trabajo

- El la distribución propuesta se promueve la construcción de una acera peatonal interna en el flujo de entrada y salida de la empresa, enmarcado la seguridad de los peatones u operarios que en ella laboran, garantizando la seguridad de los mismos como también prevenir accidentes que puedan ocurrir.

CONCLUSIONES

Mediante el estudio de método y análisis del problema realizado en la empresa MIROCA C.A., se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La actividad de traslados, tiene deficiencias en el método de trabajo que deben ser mejoradas, estas producen demoras evitables al proceso, lo que se traduce en pérdida de tiempo que a su vez genera costos.
2. Existe un solo acceso a la empresa, siendo este tanto la entrada como la salida de la misma, ocasionando así incomodidad al momento de despacho al cliente, quedando estos inconformes con el servicio. Este inconveniente también podrá generar aglomeración, poniendo en riesgo a los clientes u otros.
3. El área almacenamiento está dispuesta de forma inadecuada, ya que está muy equidistantes, lo que genera traslados excesivos. La mala distribución del espacio genera que las áreas dispuestas para el almacenamiento sean insuficientes, obligando a improvisar la ubicación del material en sitios no adecuados, lo que entorpece la realización de las actividades.
4. No se cuenta con los medios para realizar el traslado interno de los materiales, estos transportes se realizan de forma manual de cargas semi pesadas generando repeticiones innecesarias y esto ocasiona demoras en el proceso como fatiga a los operarios.
5. La empresa no cuenta con un plan de acción que especifique el orden de ejecución de las actividades, estas son realizadas no cuando se deben sino cuando se pueden, por no existir dicho plan resalta la falta de organización que conlleva a producirse interrupciones en las operaciones.

RECOMENDACIONES

Una vez realizado el estudio de métodos en la empresa MIROCA C.A. se recomienda lo siguiente:

1. Hacer una mejor distribución de las áreas de trabajo de la empresa, con la finalidad de reducir los traslados innecesarios por parte del operario.
2. Creación de una nueva entrada exclusiva para la recepción del material, dispuesta de manera tal que ésta brinde un acceso directo al área de almacén.
3. Implementar un medio de transporte adecuado que facilite el traslado de manera que se incremente el número de unidades a manipular en cada recorrido; es recomendable utilizar equipos de manipulación que posean usos variados (carrucha).
4. Realizar un estudio donde se evalúe la afluencia de los clientes, del material, la disposición de tiempo (tanto de proveedor como de la empresa), de manera tal que se pueda elaborar un plan de acción en donde se pueda especificar el orden de las actividades, en función del tiempo; esto se haría estableciendo horarios específicos para cada actividad.
5. Implementar un sistema de ventilación (ventiladores de techo), ya que la empresa posee una altura adecuada para la implantación del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

- HODSON, K. William. (1996). Cuarta Edición. **Manual del Ingeniero Industrial**. (4ta edición). Editorial Mc Graw-Hill, México. Tomos II y III.

- NIEBEL. (1990). **Ingeniería Industrial. Métodos, Tiempos y Movimientos.** Editorial ALFAOMEGA, México**.**

- Material suministrado por el personal de la empresa acerca de la historia de la misma.

- ROSA ROJAS DE NARVAEZ **"Orientaciones practicas para la Elaboración de informes de Investigación"** 2da Edición. Editorial Universidad Nacional Experimental Politécnica "Antonio José de Sucre", Puerto Ordaz.

ANEXOS

PRENSA MANUAL

ANEXO Nº1

TALADRO O TALADRADORA INDUSTRIAL
ANEXO Nº2

TORNO UNIVERSAL

ANEXO Nº3

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

CONDICIONES			CONSISTENCIA		
+0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+0.04	B	Excelentes	+0.03	B	Excelente
+0.02	C	Buena	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular
-0.03	E	Aceptable	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficiente	-0.04	F	Deficiente

ANEXO Nº 4: Tabla de calificación de la velocidad de la actuación del operario, Sistema Westinghouse

CONCESIONES POR FATIGA	MINUTOS CONCEDIDOS= $\frac{\text{CONCESIÓN\% X JORNADA EFECTIVA}}{1 + \text{CONCESIÓN \%}}$

CLASE	LÍMITES DE CLASE		CONCESIÓN(%) POR FATIGA	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

ANEXO Nº 5: Tabla de concesiones por fatiga

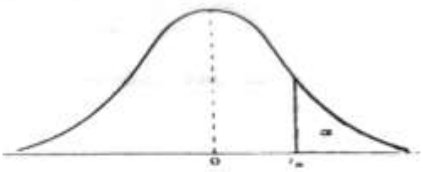


Tabla A.4* Valores críticos de la distribución t

ν	α				
	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

ANEXO Nº 6 Tabla t-student