



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN

BALANCEO DE LÍNEA EN LA  
PRODUCCIÓN DE DUCTOS PARA  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

## **TÉSIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA.

PRESENTA:

**AARON ABELARDO BENITEZ PEREZ.**

ASESOR:

ING. GONZALEZ LORIA MARCOS BELISARIO.

CUAUTITLAN IZCALLI EDO. MEX.

2013



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

**ASUNTO: VOTO APROBATORIO**

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO  
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN  
PRESENTE**

**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ  
Jefa del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES Cuautitlán**



Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos **LA TESIS:**

BALANCEO DE LÍNEA EN LA PRODUCCIÓN DE DUCTOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Que presenta el pasante: **AARON ABELARDO BENITEZ PEREZ**  
Con número de cuenta: **30433354-5** para obtener el Título de: **Ingeniero Mecánico Electricista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

**ATENTAMENTE**  
**“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”**  
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 18 de Abril de 2013.

**PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO**

	<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>
<b>PRESIDENTE</b>	Ing. Casildo Rodríguez Arciniega	
<b>VOCAL</b>	Dra. Celina Elena Urrutia Vargas	
<b>SECRETARIO</b>	Ing. Marcos Belisario González Loria	
<b>1er SUPLENTE</b>	Ing. Gabriel Vázquez Castillo	
<b>2do SUPLENTE</b>	Ing. Ernesto Alfonso Ramírez Orozco	

NOTA: los sindocales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).  
HHA/pm

# INDÍCE

INTRODUCCIÓN.	1
PROBLEMÁTICA.	2
OBJETIVO.	3
JUSTIFICACIÓN.	4

BALANCEO DE LÍNEA EN LA PRODUCCIÓN DE DUCTOS PARA  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

## **CAPÍTULO I. "ALGUNOS MODELOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN" .-----5**

1.1 Líneas de producción continua.	6
1.1.1 Definición de balanceo de línea de producción.	7
1.1.2 Balanceo de recursos.	8
1.1.3 Problema del balanceo de línea.	9
1.1.4 Tipos de distribución de planta.	10
1.1.5 Cuatro tipos de distribución clásicos.	12
1.2 Líneas de producción.	13
1.2.1 Características de una línea de producción.	13
1.2.2 Conformación de una línea de producción.	14
1.2.2.1 Recepción de materias primas.	14
1.2.2.2 Intervención de mano de obra.	15
1.2.2.3 Transformación de materia prima.	16
1.3 Técnicas de balanceo de línea.	17
1.3.1 Tiempo de ciclo.	18
1.3.2 Mínimo teórico.	19
1.3.3 Tiempo ocioso, eficiencia y retraso del balance.	20
1.3.4 Ritmo de paso.	21
1.3.5 ¿Qué es Lean Manufacturing?.	22

1.3.5.1 Takt Time.	24
1.3.5.1.1 Lead time.	29
1.3.5.2 Kaizen.	30
1.3.5.3 Heijunka.	31
1.3.5.4 Estandarizar.	34
1.3.5.5 5's.	36
1.4 Diagrama de proceso para grupos (diagrama hombre-máquina).	39
1.4.1 Línea de fabricación y línea de ensamble.	41
1.5 Método de Kilbridge y Wester.	44
1.6 Método heurístico para el balanceo de líneas.	45

**CAPÍTULO II. "NORMAS DE MATERIALES MÁS UTILIZADAS EN  
LA FABRICACIÓN DE DUCTOS PARA INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS" .-----49**

2.1 Canalizaciones eléctricas.	50
2.1.1 Tubos conduit.	50
2.1.1.1 Accesorios para canalizaciones con tubo conduit.	54
2.1.1.2 Registros conduit.	55
2.1.2 Ductos.	56
2.2.3 Charolas.	58
2.2 Selección de ductos y criterios empleados.	61
2.2.1 Norma NTIE y NEC.	61
2.2.2 Características del ducto.	61

**CAPÍTULO III. "PROCESO DE MANUFACTURA DE DUCTOS PARA  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS" .-----65**

3.1 Recepción de lámina de acero al carbono para la manufactura de ductos.	66
3.2 Transporte de lámina al área de corte.	66
3.2.1 Corte de lámina por medio de cizalla.	67
3.2.2 Troquelado de lámina por medio de Punzonadora CNC AMADA AC2510.	68

3.2.3 Doblez del ducto por medio de dobladora AMADA CNC.	71
3.3 Lavado de ductos por medio de hidrolavadoras y solventes.	73
3.3.1 Aplicación de pintura electrostática.	74
3.3.2 Ensamble de ductos con tapas.	77
3.3.2.1 Accesorios para el ducto.	77
3.4 Embalaje de ductos para ser transportados.	78

**CAPÍTULO IV. "ESTUDIO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE DUCTOS PARA INSALACIONES ELÉCTRICAS".-----81**

4.1 Creación de diagramas de tiempos y movimientos.	82
4.2 Análisis por medio de rutas críticas.	84
4.3 Tipos de procesos productivos.	85
4.4 Capacitación y participación del trabajador.	86
4.4.1 Vocación.	86
4.4.2 Moralidad.	88
4.4.3 Personalidad.	90
4.4.4 Capacidad mental.	97
4.4.5 Responsabilidad.	99
4.4.6 Dinamismo.	102
4.4.7 Comunicación.	104
4.4.8 Conocimientos y experiencias.	110
4.4.9 Organización mental.	113
4.4.10 Don de mando.	116

RESUMEN .-----	121
CONCLUSIÓN .-----	122
GLOSARIO DE TÉRMINOS .-----	124
APENDICE A-----	140
BIBLIOGRAFÍA .-----	151

## **DEDICATORIA:**

### *A mis seres queridos*

*La presente tesis se la dedico a mi madre, a ella que me llevo de su mano los primeros años de mi educación y con su cariño me dio fuerza para superar los obstáculos en mi vida, nunca dejó que me diera por vencido, agradezco su confianza en los momentos mas difíciles, cuando nadie tenía fe en mí, ella era la única que seguía viendo el potencial que llevaba dentro. Gracias mama...*

*A mi padre que me enseñó el valor del trabajo, la responsabilidad de mantener a una familia, que la dignidad no tiene precio y que absolutamente nadie tiene el derecho de sobajarme o humillarme, si alguna vez en la vida he caído el orgullo que me inculco mi padre es lo que me a puesto de pie y de nuevo en el camino. Gracias papa...*



*A mi hermana, por que sin su apoyo habria sido difícil seguir adelante, a ella que me brindo su ayuda tanto tiempo y de la cual me siento en deuda.*

*A mi hermano, que esto le sirva como inspiración de que todos podemos lograr nuestros objetivos ya sea a corto o largo plazo, que nosotros mismo somos quienes nos ponemos obstáculos y que nadie tiene la culpa de nuestros errores.*

*Att: Ing. A.A.B.P.*

### **AGRADECIMIENTO.**

*Quiero expresar mi más sincero Agradecimiento al Ing. Marcos Loria Belisario por haber confiado en mí, dedicarme parte de su tiempo y haberme animado para realizar esta tesis. Así como al Dr. Víctor Hugo Hernández por el tiempo y las oportunidades que nos brindo, Al Ing. Gilberto Gonzales Ortiz por haber sido quien nos enseño a analizar un problema antes de comenzar a resolverlo.*

# *Introducción.*

La presente tesis tiene como objetivo analizar el balanceo de línea de producción en la fabricación de ductos para canalizaciones eléctricas.

Es de vital importancia para un Ingeniero Industrial saber como realizar un estudio de balanceo de línea ya que uno de los principales conocimientos en la industria es la administración de líneas de producción, mediante el adecuado balanceo de estas, se logra un flujo continuo del producto en un menor tiempo lo que permite una mayor producción a un menor costo, lo cual se traducirá en una buena productividad, en la satisfacción y preferencia del cliente.

Para esta tesis considero dos variables, la variable independiente que se define como: el balanceo de línea y la variable dependiente que se define como: el aumento de eficiencia en el punzonado de los ductos.

# *Problemática.*

Determinar el número ideal de obreros a asignar a una línea de producción, es análogo al problema de determinar el número de operarios que deberán asignarse a una máquina o instalación de producción, donde se recomendó el uso del diagrama de proceso para grupo.

Quizá el caso más elemental y que se encuentra con frecuencia en equilibrado de líneas, es aquel en el que varios operarios ejecutan cada uno operaciones consecutivas y trabajan como una unidad. En tal circunstancia es obvio que la tasa de producción dependerá del operario más lento.

# *Objetivo.*

Para lograr el balance de la línea de producción, ejecutaré los siguientes objetivos particulares:

1. Realizar un adecuado estudio de tiempos y movimientos de las hojas de proceso estándar utilizadas en la fabricación de ductos.
2. Evaluar la planeación de la producción tomando en cuenta el tiempo estándar de las operaciones, takt time y lead time, obteniendo así, datos preliminares acerca del número total de obreros, la eficiencia y el tiempo ocioso en cada una de las estaciones de ensamble.
3. Reasignar de manera adecuada la carga de trabajo en las estaciones de ensamble, de tal modo que se logre una mayor eficiencia o en dado caso reducir el número de trabajadores sin disminuir la producción.

# *Justificación.*

La finalidad de este análisis es poner en marcha y reforzar los conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación profesional, a su vez es necesario desarrollar el potencial que tenemos como ingenieros, de tal forma que podamos resolver problemas de una manera rápida y concisa utilizando diversos métodos de medición del trabajo así como nuevas técnicas de manufactura esbelta.

El balanceo de línea es la asignación de la totalidad de las operaciones de ensamble a una serie de estaciones de trabajo, de modo que cada una de ellas no tenga mas trabajo que el que pueda realizar en su tiempo ciclo y a su vez, minimicé el número de estas así como el tiempo de inactividad; por lo que para resolver el problema de los cuellos de botella se realizó un balanceo de línea en el punzonado de los ductos, el cual es de suma importancia, ya que a través de este, "la empresa" busca reducir sus costos de producción al disminuir el número de sus trabajadores y estaciones de trabajo, o en dado caso canalizar esos recursos en líneas con mayor carga de trabajo, aumentar su eficiencia mediante la reducción de tiempo ocioso de los trabajadores.

---

# Capítulo 1

## "ALGUNOS MODELOS DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN".

- 1.1 Líneas de producción continua.
- 1.2 Líneas de producción.
- 1.3 Técnicas de balanceo de línea.
- 1.4 Diagrama de proceso para grupos (diagrama hombre-máquina).
- 1.5 Método de Kilbridge y Wester.
- 1.6 Método heurístico para el balanceo de líneas.

## **1.1 Líneas de producción continúa.**

Se utiliza una línea de producción en la fabricación repetitiva como puesto de trabajo y se trata de una clasificación de varias estaciones. Al utilizar las líneas de producción, se registran las estaciones de trabajo en un entorno repetitivo o de proceso con muchos más detalles de los necesarios. Puede crear puestos de trabajo separados o líneas de producción para cada estación de trabajo y registrar estas estructuras en el sistema utilizando la jerarquía de la línea, o bien puede definir la línea de producción como un objeto y utilizar esta línea de producción para cada modo en la hoja de ruta específica. Una línea de producción se divide en elementos individuales, para mejorar el flujo de materiales y la programación, defina una jerarquía de línea.

Se define una línea de producción como cabecera de la jerarquía de línea y asigna líneas de producción de bajo nivel o estaciones de trabajo a las cabeceras o elementos. Para esto, debe crear la línea de producción y sus estaciones de trabajo como puestos de trabajo separados con las clases de puesto de trabajo adecuadas.

Si no desea partir una línea de producción, sólo ha de crear la línea de producción como puesto de trabajo con la clase de puesto de trabajo apropiada.

### **1.1.1 Definición de balanceo de línea de producción.**

Es la asignación del trabajo a estaciones integradas a una línea, de modo que se alcance la tasa de producción deseada con el menor número posible de estaciones de trabajo. Normalmente se asigna un trabajador a cada estación. En estas condiciones la línea que alcanza el ritmo deseado de producción con el menor número de trabajadores es considerada como la más eficiente. El balance de línea debe realizarse durante la preparación inicial de la misma, cuando la línea se rebalancea para modificar su tasa de producción por hora, o cuando se realizan cambios en producto o proceso.

El objetivo es tener estaciones de trabajo bien balanceadas. Se comienza por separar las tareas de los elementos de trabajo, es decir, en las unidades de trabajo más pequeñas que puedan realizarse en forma independiente.



Un programa de tareas de línea de producción que equilibra la carga de trabajo para cada estación de producción, similar en cuanto a características a la asignación de recursos y al balanceo de recursos.

Mediante balanceo de línea se minimizan las estaciones de producción dado un ciclo de tiempo, o bien, minimizar un ciclo de tiempo (Maximizar la tasa de producción) dado el número de estaciones.

Un problema relacionado con la fabricación, análogo a los problemas de asignación de recursos y del balanceo de recursos, es el balanceo de línea.

### **1.1.2 Balanceo de recursos.**

Es un análisis que se lleva a cabo con la finalidad suministrar insumos, maquinaria, mano de obra y todo lo concerniente para completar un proyecto, ¿cuál es el número mínimo de unidades del recurso necesario para cumplir con ese tiempo?

### **1.1.3 Problema del balanceo de línea.**

Históricamente el problema del balanceo de línea surgió debido a la línea de ensamble en la producción masiva, en la cual fue necesario que las tareas se asignarán a todos los trabajadores en el proceso de ensamble, de tal modo, que el esfuerzo del trabajador se equilibrara de alguna manera y que el número de trabajadores se minimizara, mientras se mantenía una tasa de producción especificada.

Esto es similar al problema del balanceo de recursos; a la inversa del anterior, dado el número de trabajadores en la línea de ensamble, ¿qué asignación de trabajo a cada uno maximiza la tasa de producción (minimizaría el ciclo de tiempo de ensamble)? Esto sería análogo al problema de asignación de recursos.

Aún sigue siendo importante en el campo de fabricación el problema del balanceo de línea, incluso con las líneas de producción automatizada, el equilibrio del trabajo en las estaciones de ensamble y la minimización de los mecanismos de transporte dentro de la línea, se pueden plantear como un problema de balanceo de línea valido.

#### **1.1.4 Tipos de distribución de planta.**

Principalmente existen siete sistemas de distribución en planta:

- I. *Movimiento de material*: Probablemente el elemento más comúnmente movido. El material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente. Ejemplo: Planta de embotellado, refinería de petróleo, fábrica de automóviles, etc.
  
- II. *Movimiento del hombre*: Los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material. Esto raramente ocurre sin que los hombres lleven consigo maquinaria (al menos sus herramientas). Ejemplo: Estibado de material en almacén, mezcla de material en hornos de tratamientos o en cubas.
  
- III. *Movimiento de maquinaria*: El trabajador mueve diversas herramientas o máquinas dentro de un área de trabajo para actuar sobre una pieza grande. Ejemplo: Máquina de soldar portátil. Forja portátil, etc.

- IV. *Movimiento de material y de hombres*: El hombre se mueve con el material llevando a cabo una cierta operación en cada máquina o lugar de trabajo. Ejemplo: Instalación de piezas especiales en una cadena de producción.
- V. *Movimiento de material y de maquinaria*. Los materiales y la maquinaria o herramientas van hacia los hombres que llevan a cabo la operación. Raramente práctico, excepto en lugares de trabajo individuales. Ejemplo: Herramientas y equipo moviéndose a través de una serie de operaciones de mecanización.
- VI. *Movimiento de hombres y de maquinaria*. Los trabajadores se mueven con la herramienta y el equipo generalmente alrededor de una gran pieza fija. Ejemplo: Pavimentación de una autopista.
- VII. *Movimiento de materiales, hombres y maquinaria*. Generalmente es demasiado caro e innecesario el mover los tres elementos. Ejemplo: Ciertos tipos de trabajo de montaje, en los que las herramientas y materiales son de pequeño tamaño.

### 1.1.5 Cuatro tipos de distribución clásicos.

A) *Distribución por posición fija:* Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en lugar fijo.

Todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella.

Ejemplo: construcción de un puente, un edificio, un barco de alto tonelaje.

B) *Distribución por proceso o por Fusión:* En ella todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas. Ejemplo: hospitales: pediatría, maternidad, cuidados intensivos.

C) *Distribución por producción en cadena, en línea o por producto:* En esta, el producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija. El material está en movimiento. Ejemplo: Manufactura de pequeños aparatos eléctricos: tostadoras, planchas, batidoras; Aparatos mayores: lavadora, Equipo electrónico: computadoras y Automóviles.

D) *Distribución por grupo o por células de fabricación.* La distribución por células de fabricación consiste en la agrupación de las

distintas máquinas dentro de diferentes centros de trabajo, denominadas celdas o células, donde se realizan operaciones sobre múltiples productos con formas y procesos similares.

## **1.2 Líneas de producción.**

Es el conjunto armonizado de diversos subsistemas como son: neumáticos, hidráulicos, mecánicos, electrónicos, software, etc. Todos estos con una finalidad en común: transformar o integrar materia prima en otros productos.

### **1.2.1 Características de una línea de producción.**

Estas deben tener: Mínimo tiempo ocioso en las estaciones, costo de capital mínimo, transporte entre estaciones sin medio de transportación, velocidades de transportación diferentes entre estaciones, almacenes entre las operaciones o transportaciones.

## **1.2.2 Conformación de una línea de producción.**

Estos factores deben ser considerados para la creación de una línea de producción: recepción de materias primas, intervención de mano de obra, transformación de materia prima, etapa de inspección y prueba, almacenamiento, transporte.

### **1.2.2.1 Recepción de materias primas.**

La totalidad de los productos que llegan a la empresa y los que son expedidos lo hacen por la zona de carga y descarga. Hay un supervisor encargado de recibir las mercancías, una vez que se ha descargado el camión del proveedor, el supervisor procede a revisar el pedido.

Las revisiones se basan en contrastar la orden de pedido con la mercancía y la factura del proveedor. Se revisa que esté la cantidad y el producto pedido y que el material y/o embalaje esté en buenas condiciones. La gestión de los almacenes se hace informáticamente, se registran todas las entradas y salidas de suministros así como su localización física. Todos los almacenes tienen identificadas las ubicaciones de las mercancías.

En cada ubicación hay un rótulo que indica su número, el producto que corresponde a dicha ubicación y el código de producto.

#### **1.2.2.2 Intervención de mano de obra.**

La supervisión se facilita con un buen trabajo de métodos, localizando a los supervisores cerca de sus trabajadores así como de los servicios necesarios, diseñando buenos sistemas y procedimientos para el control de sus necesidades. En manufactura es adecuada una relación de 20 a 25 trabajadores por supervisor.

La medición del trabajo es un proceso para crear normas basadas en la opinión de observadores capacitados, se desarrollan estimaciones sencillas del tiempo que se requiere para diferentes actividades o el número necesario de empleados para realizar un trabajo, tomando como base la experiencia y el buen juicio. Los métodos formales de medición del trabajo que tiene a su disposición un gerente son:

1) El método del estudio de tiempo.

2) El enfoque a base de datos estándar elementales.



3) El enfoque a base de datos predeterminados.

4) El método de muestreo de trabajo.

### **1.2.2.3 Transformación de materia prima.**

Se define como materia prima a todos los elementos que se incluyen en la elaboración de un producto. La materia prima es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final. Un producto terminado tiene incluido una serie de elementos y subproductos, que mediante un proceso de transformación permitieron la creación del producto final. La materia prima debe ser perfectamente identificable y medible, para poder determinar el costo final del producto.

En el manejo de inventarios de materias primas, se debe tener especial cuidado en aspectos como: almacenamiento, transporte, proceso mismo de adquisición, etc. El producto final es el resultado de aplicarle una serie de procesos a unas materias primas, por lo que en el valor o costo final del producto está incluido el costo individual de cada materia prima y el valor del proceso o procesos aplicados.

La materia prima es quizás uno de los elementos más importantes a tener en cuenta para el manejo del costo final de un producto. El valor del producto final, está compuesto en buena parte por el valor de las materias primas incorporadas. Igualmente, la calidad del producto depende en gran parte de la calidad misma de las materias primas.

### **1.3 Técnicas de balanceo de línea:**

a) *Diagrama de precedencia:* Debe satisfacer los requisitos tecnológicos de precedencia, es decir que ciertos elementos de trabajo deben realizarse antes de que los siguientes puedan comenzar. Para visualizar los predecesores inmediatos, elaboramos un diagrama de precedencia. Indicamos los elementos de trabajo por medio de círculos, mostrando debajo de cada uno de ellos el tiempo requerido para realizar el trabajo correspondiente. Las flechas conducen los predecesores inmediatos al siguiente elemento de trabajo.

b) Ejemplo: Cross hands S.A de C.V fabricante de ductos para instalaciones eléctricas, está fabricando un ducto de lámina e acero al carbono 1020 de 2.5"

Elemento de trabajo	Descripcion	Tiempo (h:m:s)	Actividad predesesora
A	Recepcion de lámina	10 min.	A
B	Corte de lámina	10min.	B
C	Troquelado tapa de ducto.	30seg.	A,B
D	Troquelado cuerpo de ducto	30 seg.	A,B
E	Doblado de tapa de ducto	15 seg.	C
F	Doblado cuerpo de ducto	15 seg.	D
G	Limpieza de tapa de ducto	30 seg.	E
H	Limpieza cuerpo de ducto	30seg.	F
I	Pintado tapa de ducto	5 min.	G
J	Pintado cuerpo de ducto	5 min.	H
K	Ensamble de ducto	1 min.	I,J
L	Embalaje de ducto	5 min	K
	TOTAL	00:38:30 s	

*Figura 1.1 Tiempos de elaboración de ducto DR45.*

### **1.3.1 Tiempo de ciclo.**

Es el tiempo máximo permitido para trabajar en la elaboración de una unidad en cada estación.

Si el tiempo requerido para trabajar con los elementos de una estación es mayor que el tiempo de ciclo de línea, entonces seguramente habrá cuellos de botella en la estación, los cuales impedirán que la línea alcance su tasa de producción deseada.

El tiempo de ciclo establecido como objetivo es el recíproco de la tasa de producción por hora que se desea alcanzar.

$$c = \frac{1}{r}$$

*Dónde: c = tiempo del ciclo en horas por unidad.*

*r = tasa de producción deseada en unidades por hora.*

### **1.3.2 Mínimo teórico.**

Con el fin de alcanzar la tasa de producción deseada y lograr balancear la línea de producción, mediante la disminución de estaciones de trabajo, **n**, resultantes.

Si cada estación va a ser operada por un trabajador diferente, la minimización de **n** maximiza también la productividad del trabajador. El balance perfecto se alcanza cuando la suma de los tiempos de los elementos de trabajo en cada estación es igual al tiempo del ciclo, **c**, y ninguna estación tiene tiempo ocioso. Por ejemplo: Si la suma de los tiempos de los elementos de trabajo correspondientes a cada estación es de 1 minuto y este es también el tiempo del ciclo, entonces el balance es perfecto.

Aunque en la práctica es imposible alcanzar el balance perfecto, a causa de las irregularidades en los tiempos de los elementos de trabajo y en la

inflexibilidad de los requisitos de precedencia, dicho balance constituye un modelo de comparación (benchmark), o una meta, que indica cual es el menor número posible de estaciones en cada caso. El mínimo teórico (MT de inglés theoretical minimum) para el número de estaciones es:

$$TM = \frac{\sum t}{c}$$

Dónde:  $\sum t$  = Tiempo total requerido para el ensamble de cada unidad (la suma de todos los tiempos estándar de los elementos de trabajo).

C = Tiempo de ciclo.

### **1.3.3 Tiempo ocioso, eficiencia y retraso del balance.**

Al minimizar automáticamente **n**, se garantizan: (1) un tiempo ocioso mínimo (2), una eficiencia máxima y (3) un mínimo retraso del balance.

El tiempo ocioso es el total del tiempo improductivo de todas las estaciones que participan en el ensamble de cada unidad.

$$\text{Tiempo ocioso} = nc - \sum t$$

Dónde:  $n$  = número de estaciones.

$C$  = tiempo del ciclo.

$\Sigma t$  = Tiempo estándar total requerido para el ensamble.

La eficiencia es la razón entre el tiempo productivo y el tiempo total, como un porcentaje:

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{\Sigma t}{nc}(100)$$

El retraso del balance es la cantidad que le falta a la eficiencia para el 100%.

$$\text{Retraso del balance (\%)} = 100 - \text{Eficiencia.}$$

#### **1.3.4 Ritmo de paso.**

El movimiento de traslado del producto de una estación a la siguiente, después de que el tiempo del ciclo ha transcurrido, se conoce como ritmo de paso.

El manejo automatizado de materiales tiene sus ventajas y desventajas. Las pérdidas de su capacidad, las dificultades para alinear los componentes que se están ensamblando o la falta de componentes significan que toda la línea tiene que reducir el paso, o que el

trabajo inconcluso tendrá que ser retirado de la línea para ser terminado más tarde.

### **1.3.5 ¿Que es Lean Manufacturing?**

Lean Manufacturing (manufactura esbelta o ágil) es el nombre que recibe el sistema Just In Time en Occidente. También se ha llamado Manufactura de Clase Mundial y Sistema de Producción Toyota.

Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como un exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizados y capacitados. Debemos entender que Lean Manufacturing es un esfuerzo inalcanzable y continuo para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes.

El verdadero poder de Lean Manufacturing radica en descubrir en toda empresa aquellas oportunidades de mejora que están escondidas, pues siempre habrá desperdicios susceptibles de ser eliminados.

Se trata de crear una forma de vida en la que se reconozca que los desperdicios existen y siempre serán un reto para aquellos que estén dispuestos a encontrarlos y eliminarlos.

Hiroshi Okuda, presidente ejecutivo y director de Toyota Motors, dijo: "quiero que todos en Toyota cambien, o al menos que no sean un obstáculo para que los demás cambien. También quiero que todos pongan por escrito sus planes de cambio para el año".

Una empresa Lean, esbelta o ágil, que quiera obtener el mejor beneficio dadas las condiciones cambiantes de un mundo globalizado, debe ser capaz de adaptarse rápidamente a los cambios. Para ello debe recurrir a las herramientas idóneas de mejora, prevención, solución de problemas y administración disponibles, tener hábitos que influyan en la cultura y disponer de una administración congruente con liderazgo que motive el cambio y el autocrecimiento.

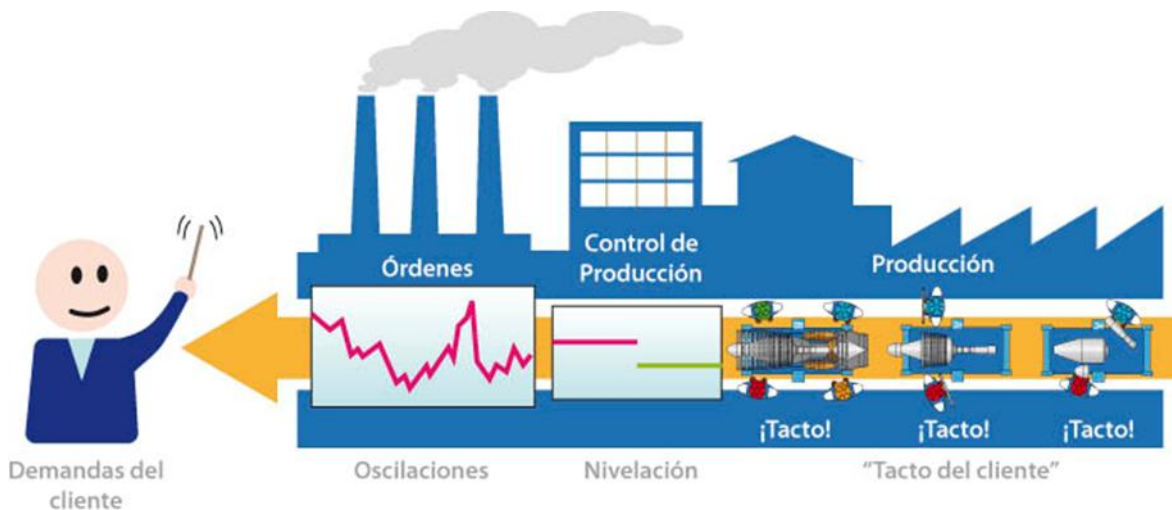


### 1.3.5.1 Takt time.

Los conceptos de lead-time y nivelación (HEIJUNKA) son básicos para la aplicación del concepto de Takt-time en la implantación del lean manufacturing. Takt, en alemán, significa entre otras cosas ritmo, compás.

Se define como Takt-time **la velocidad a la cual un producto debe ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente.**

En la imagen inferior se representa como el departamento de planeación o control de producción que realiza la nivelación de los pedidos de manera que en fábrica durante un periodo determinado (un turno, una semana, un trimestre...) se trabaja a un ritmo nivelado o promediado de las demandas del cliente.



*Figura 1.2 Ejemplo de Takt Time.*

Si tenemos un puesto o una línea o un taller, que produce a un ritmo inferior al del cliente, es decir que el tiempo de ciclo es superior al **Takt-time**, necesitaremos horas extras, turnos adicionales para poder conseguir la producción que el cliente nos pide. Si por el contrario producimos a un ritmo superior al del cliente, es decir que el tiempo ciclo es inferior al **Takt-time** tendremos tiempos de espera, o tendremos que desplazar a los operarios a otros puestos y estaremos generando mayor producción.

Por tanto nuestro objetivo al organizar la producción o diseñar un puesto de trabajo es hacer coincidir al máximo el tiempo de ciclo con el **Takt-time**. Dado que las demandas de producción son cambiantes a lo largo del tiempo deberemos definir formas de trabajo flexible que mantengan su eficacia al acoplarse a los cambios, permanente o cíclico, previsible o imprevisible del **Takt-time** o demanda del cliente.



Figura 1.3 Ejemplo de Takt Time.

#### 1.3.5.1.1 Nivelación (HEIJUNKA)

Heijunka es una palabra japonesa que quiere decir "nivelación" ó "Nivelar".

1.- Poner un plano en la posición horizontal justa.

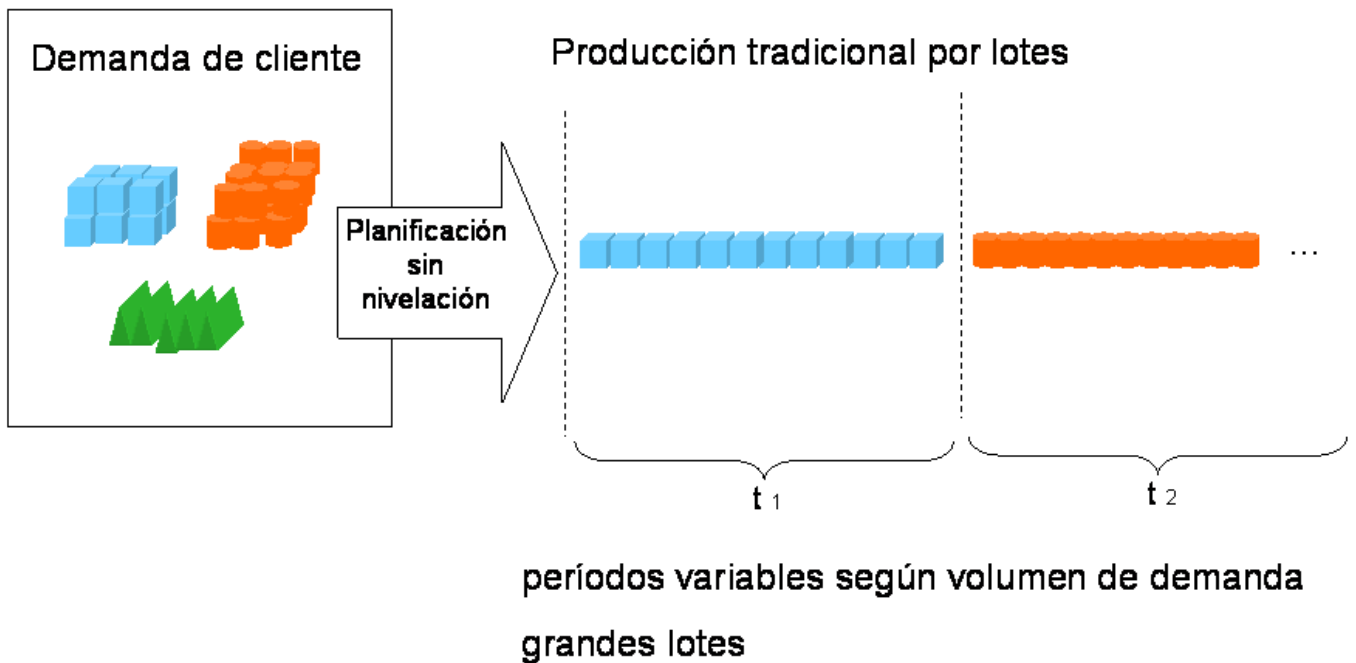
El casillero Heijunka es una herramienta que ayuda a mantener la horizontalidad en la producción, absorbiendo las desviaciones por las variaciones de la demanda.

El sistema Heijunka no varía la producción según la demanda del cliente, sino que se basa en ella para ajustar los volúmenes y secuencias de productos a fabricar para conseguir una producción que evite los despilfarros:

MURA (falta de uniformidad)

MURI (sobrecarga, uso inadecuado de los recursos).

En una producción tradicional por grandes lotes la carga de los medios de producción vendrá condicionada por la demanda:



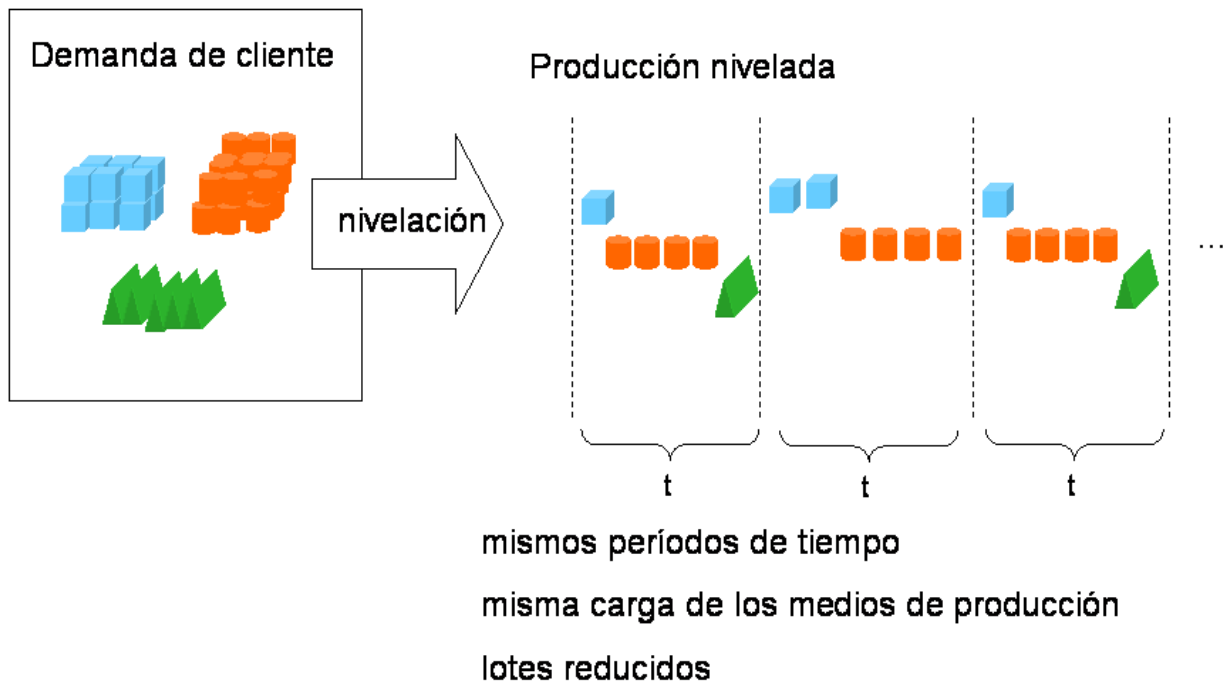
*Figura 1.4 Operación por lotes.*

Inconvenientes de la producción tradicional por grandes lotes:

1. Al manejar grandes lotes hay necesidades de espacio, riesgo de obsolescencia y falta de calidad.
2. No hay equilibrio en el uso de los recursos.
3. Falta de capacidad de reacción, dado que los periodos de fabricación son relativamente largos

Con la nivelación de la producción (Heijunka) se

compensan las variaciones en la demanda mediante variaciones en las combinaciones de productos a fabricar, de modo que la carga de los medios de producción permanezca más o menos constante.



*Figura 1.5 Producción nivelada.*

Ventajas de la producción nivelada:

- 1.- Se manejan lotes reducidos (espacios reducidos, mejora de la calidad).
- 2.- Uso de los recursos equilibrado.
- 3.- Alta capacidad de reacción (alta capacidad de adaptarse a variaciones repentinas de la demanda).

El inconveniente que tendrá la producción nivelada es que "hay que estar preparado para ello", ya que implica la necesidad de realizar cambios rápidos de referencia (SMED), gran flexibilidad en los medios de producción y polivalencia por parte del personal para poder fabricar distintas referencias.

La herramienta que permite planificar la producción en el corto plazo es el casillero Heijunka ("Heijunka box").

#### 1.3.5.5.2 Lead time.

Lead time es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente.

El **Lead Time** íntimamente relacionado con la obra en curso y con otros indicadores como plazo de entrega, stocks etc... Por lo que la reducción del **Lead Time** es objetivo importante en la reducción de costos o la aplicación del **lean manufacturing**. El camino para reducirlo consiste en la reducción de los lead time de los subprocesos de fabricación.

#### 1.3.5.2 Kaizen.

Kaizen es una palabra Japonesa que significa "mejora": Sin embargo solo recibió el término de "continua" hasta que sus principios empezaron a ser adoptados por organizaciones occidentales. En la cultura Japonesa todos tienen claro (por tradición) que al hablar de mejora se habla de cambios constantes mientras que en occidente se tiene la costumbre de especificar lo que se necesita. Así pues, hoy en día todos relacionamos el concepto de Kaizen con "mejora continua".

Kaizen es una forma poderosa de hacer mejoras en todos los niveles de la organización, y hoy en día las practican las corporaciones líderes de todo el mundo. Su principal utilidad radica en su aplicación gradual y ordenada, que implica el trabajo conjunto de todas las personas en la empresa para hacer cambios sin hacer grandes inversiones de capital.

Para entender el poder de la mejora continua debemos preguntarnos cuantas mejoras aporta cada uno de nosotros a la organización en la que trabaja. Por ejemplo, si cada trabajador aportará tan solo 10 propuestas al año, serian 10,000 mejoras al año en una compañía de 1000 empleados.

Como consecuencia, tendríamos un sinfín de cambios y nuevas oportunidades de ser más productivos. No se

necesitan cambios espectaculares, si no mayores de 1%, pero hay que hacerlas todos los días.

### **1.3.5.3 Heijunka.**

ANTECEDENTE: En Toyota el medio para adaptar la producción a la demanda se denomina nivelación de la producción, y consiste en reducir al mínimo las fluctuaciones de las cantidades en la cadena de producción.

DEFINICIÓN: La nivelación de la producción heijunka es un sistema de control que sirve para nivelar la producción al ritmo de la demanda del cliente final, variando la carga de trabajo de los procesos de manufactura.

¿Para que se implementa heijunka?

Las siguientes son algunas de las utilidades de implementar heijunka:

- 1.- Evita la sobre producción.
- 2.- Establece completamente el sistema jalar.
- 3.- Nivelar la producción en la cadena en mezcla de producción y volumen de producción.



¿Cuándo se utiliza heijunka?

Cuando el sistema Kanban es maduro y se requiere mayor precisión en la planeación de la producción para evitar inventarios excesivos.+

La implementación de heijunka toma de cuatro a seis meses.

Calcular el Tiempo Takt = 
$$\frac{\textit{Tiempo disponible (seg.)}}{\textit{Demanda (pzas.)}}$$

Ejemplo:

Tiempo disponible= 27,000 seg. (8 horas - 30 minutos de descanso).

Demanda diaria = 500 piezas por día.

$$\textit{Tiempo takt} = \frac{27,000 \textit{ (seg.)}}{500 \textit{ (pzas.)}}$$

Tiempo Takt = 54 seg. Por pieza.

Calcular el pitch para cada producto

Pitch representa el tiempo de producción y empaque de una unidad de producción en su correspondiente cantidad de productos por empaque.

$$\text{Pitch} = \frac{\text{Tiempo takt} \times \text{cantidad de pzas por empaque}}{60 \frac{\text{seg}}{\text{min}}}$$

Ejemplo:

Para este ejemplo se tienen cuatro productos de una sola familia cuyo tiempo Takt es de 54 segundos por pieza.

Producto W: 12 piezas por caja.

Producto x: 24 piezas por caja.

Producto y: 10 piezas por caja.

Producto z: 20 piezas por caja.

Pitch:

$$W = (54 \times 12) / 60 = 10.8 \text{ min.}$$

$$X = (54 \times 24) / 60 = 21.6 \text{ min.}$$

$$Y = (54 \times 10) / 60 = 9 \text{ min.}$$

$$Z = (54 \times 20) / 60 = 18 \text{ min.}$$

1.3.5.4 Estandarizar.

El trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional. Sin el trabajo estandarizado no se puede garantizar que en las operaciones siempre se elaboren los productos de la misma manera. El trabajo estandarizado hace posible aplicar los elementos de Lean Manufacturing ya que define de la manera más eficiente los métodos de trabajo para lograr la mejor calidad y los costos más bajos.

Para entender el trabajo estándar no hace falta más que observar (midiendo) el trabajo de los operarios el trabajo estándar se compone de tres elementos:

- 1.- Tiempo Takt (rapidez de la demanda).
- 2.- Secuencia estándar de las operaciones.
- 3.- Inventario estándar en proceso.

¿Para que se implementa el trabajo estándar?

Al estandarizar las operaciones se establece la línea base para evaluar y administrar los procesos y evaluar su desempeño, lo cual será fundamento de las mejoras. La documentación del trabajo estándar sirve para lo siguiente:

- 1.- Asegura que la secuencia de las acciones del operador sea repetible.

- 2.- Apoya el control visual, creando así un ambiente para detectar anomalías fácilmente.
  - 3.- Ofrece una ayuda para comparar la documentación con los procesos actuales.
  - 4.- Es una herramienta para iniciar acciones de mejora.
  - 5.- Establece un banco invaluable de información que se puede consultar cuando es necesario.
  - 6.- Ayuda a mantener un alto nivel en repetibilidad.
  - 7.- Asegura operaciones más seguras y efectivas.
  - 8.- Mejora la productividad.
  - 9.- Ayuda al balanceo de los tiempos de ciclo de todas las operaciones de acuerdo con el ciclo del Takt Time.
  - 10.- Reduce la curva de aprendizaje de los operadores.
- 1.3.5.5 **5's**.

ANTECEDENTE: Las herramientas Lean constituyen un gran avance para la implementación de las mejoras en los procesos que generan valor en un negocio. Sin embargo, uno de los elementos de gran importancia para esto tiene que ver con la cultura y los hábitos desarrollados a lo largo del tiempo.

Por ello, al hablar aquí de orden y limpieza, consideramos no solo la aplicación de una herramienta básica, sino el desarrollo de buenos hábitos de orden y limpieza que establezcan bases mas consistentes y apreciables para la edificación y aplicación de la filosofía Lean Manufacturing.

El método de las 5's fue desarrollado por Hiroyuki Hirano y representa una de las piedras que enmarcan el inicio de cualquier herramienta o sistema de mejora. Por ello, se dice que un buen evento de mejora es aquel que se inicia con las 5's.

A este sistema se le conoce como las 5's por que cada una de las palabras originales (en japonés) de la metodología inicia con la letra "s":

- \*Seiri.            Seleccionar.
- \*Seiton.           Organizar.
- \*Seiso.            Limpiar.
- \*Seiketsu.        Estandarizar.

\*Shitsuke. Seguimiento.

DEFINICIÓN: Las 5's constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza.

Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios por largo plazo.

Se dice que si en una empresa no ha funcionado la implementación de las 5's, cualquier otro sistema de mejoramiento de los procesos esta destinado a fracasar. Esto se debe a que no se requiere tecnología ni conocimientos especiales para implementarlas, sólo disciplina y autocontrol por parte de cada uno de los miembros de la organización. Este autocontrol organizacional adquirido en estas cinco etapas será el cimiento de sistemas más complejos, de mayor tecnología y mayor inversión.



*Figura 1.7 5's.*

**Seiri (Seleccionar):** Consiste en retirar de nuestro lugar de trabajo todos los artículos que no son necesarios.

**Seiton (Organizar):** Consiste en ordenar los artículos que necesitamos para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación.

**Seiso (Limpiar):** Consiste básicamente en eliminar la suciedad y evitar ensuciar, siempre con la idea en mente que al limpiar, también estamos inspeccionando lo que limpiamos.

**Seiketsu (Estandarizar):** Consiste en lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se ejecuten consistentemente y de manera regular para asegurar que la selección. La organización y la limpieza se mantengan en las áreas de trabajo.

**Shitsuke (Seguimiento):** Consiste en convertir en un hábito las actividades de las 5's, manteniendo correctamente los procesos generados mediante el compromiso de todos, así como participando en los eventos Kaizen que resultan de las necesidades de mejora surgidas en el lugar de trabajo.

## **¿Para que se implementan las 5's?**

Un programa de 5's nos ayuda a mejorar la limpieza, la organización y el uso de nuestras áreas de trabajo. Con esto conseguimos:

- Aprovechar mejor nuestros recursos, en especial nuestro tiempo.
- Hacer visibles y evidentes anomalías y problemas.
- Gozar de un ambiente de trabajo más seguro y placentero.
- Incrementar nuestra capacidad de producir más artículos de mejor calidad.

### **1.4 Diagrama de proceso para grupos (diagrama hombre-máquina).**

Es la representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas, y permite conocer el tiempo empleado por cada uno, es decir, conocer el tiempo utilizado por los hombres y máquinas.



Este diagrama se emplea para analizar y mejorar sólo una estación de trabajo a la vez. Indica el tiempo exacto entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su máquina. En la elaboración de este diagrama, el analista deberá primeramente titularlo en la manera usual, escribiendo en la parte superior de la hoja "Diagrama de Proceso de Hombre y Máquina". Inmediatamente debajo de este encabezado, se expresará la siguiente información: número de la pieza, número de dibujo, descripción de la operación que se gráfica, método actual o propuesto, fecha y nombre de la persona que elabora el diagrama.

El analista elaborará un diagrama de esta clase cuando su investigación preliminar revele que el ciclo de trabajo del operador es más corto que el ciclo de operación de la máquina.

Objetivo:

- I) Determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas.
- II) Estudiar, analizar y mejorar una sola estación de trabajo a la vez.

III) Conocer el tiempo para llevar a cabo el balance de actividades del hombre y su máquina.

#### **1.4.1 Línea de fabricación y línea de ensamble.**

La línea de ensamble es una disposición de áreas de trabajo donde las operaciones consecutivas están colocadas inmediata y mutuamente adyacentes, donde el material se mueve continuamente y a un ritmo uniforme a través de una serie de operaciones equilibradas que permiten la actividad simultánea en todos los puntos, moviéndose el producto hacia el fin de su elaboración a lo largo de un camino razonadamente directo.

La línea de fabricación construye componentes, tales como llantas para automóvil o partes metálicas para un refrigerador en una serie de máquinas.

Una línea de ensamble junta las partes fabricadas en una serie de estaciones de trabajo.

Ambas pertenecen a los procesos repetitivos y en ambos casos la línea debe ser balanceada. Es decir, el trabajo llevado a cabo en una máquina o con por el operario, debe balancear el trabajo realizado en la siguiente máquina en la línea de fabricación.

La idea fundamental de una línea de ensamble es que un producto se arma progresivamente a medida que es transportado, pasando frente a estaciones de trabajo relativamente fijas, por un dispositivo de manejo de materiales, por ejemplo una banda transportadora.

Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- 1.- Cantidad: El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- 2.- Equilibrio: Los tiempos para cada operación en la línea deben ser aproximadamente iguales.
- 3.- Continuidad: Una vez puesta en marcha deben continuar pues la detención en un punto, corta la alimentación del resto de las operaciones. Esto significa que deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles y la previsión de fallas en el equipo.

El problema de equilibrar la línea de ensamble se centra en 3 objetivos:

1. Hallar una combinación de tiempo ciclo y número de estaciones de trabajo que determine un tiempo ocioso mínimo.
2. Reducir los costos de mano de obra con la disminución de estaciones en la línea.
3. Reducir al mínimo el tiempo de ciclo para una cantidad específica de estaciones de trabajo al equilibrar la línea.

La asignación de elementos de trabajo a los puestos de trabajo se conoce como balanceo de línea de ensamble, o simplemente balanceo de línea.

Elemento de trabajo. Es la mayor unidad de trabajo que no puede dividirse entre dos o más operarios sin crear una interferencia innecesaria entre los mismos.

Operación. Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.

Puesto o estación de trabajo. Es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación).

Usualmente suponemos que un puesto o estación de trabajo está a cargo de un operario, pero esto no es necesariamente así.

Tiempo de ciclo. Es el tiempo que permanece el producto en cada estación de trabajo.

Demora de balance. Es la cantidad total de tiempo ocioso en la línea que resulta de una división desigual de los puestos de trabajo.

### **1.5 Método de Kilbridge y Wester.**

Considera restricciones de precedencia entre las actividades, buscando minimizar el número de estaciones para un tiempo de ciclo dado. El método se ilustra con el ejemplo siguiente.

Tarea	Tiempos	Precedencia.
1	5	
2	3	
3	6	1
4	8	1,2
5	10	3,4
6	7	4
7	1	5,6
8	5	7
9	3	7

Total	48	
-------	----	--

Figura 1.8 Ilustra tareas y tiempos de un proceso para llevar a cabo un ejemplo.

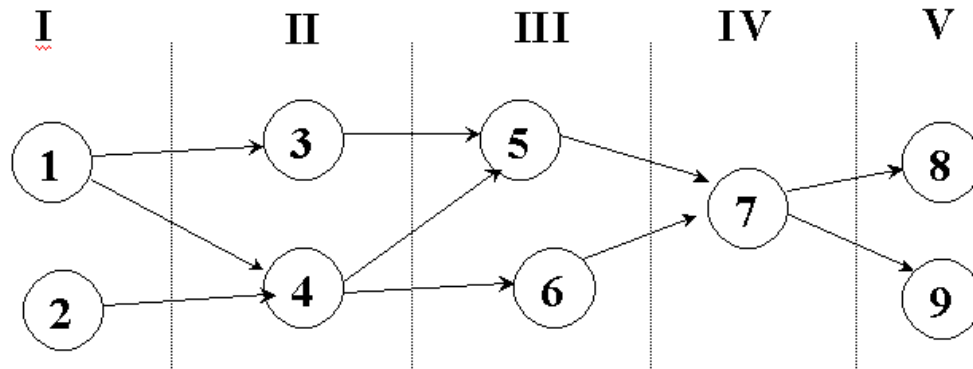


Figura 1.9 Estaciones de trabajo con actividades de presidencia.

Definir el tiempo de ciclo,  $c$ , requerido para satisfacer la demanda e iniciar la asignación de tareas a estaciones respetando las precedencias y buscando minimizar el ocio en cada estación.

Considerando un ciclo de 16, se estima que el mínimo número de estaciones sería de  $48/16 = 3$ . Observando el tiempo total de I y analizando las tareas de II, podemos ver que la tarea 4 pudiera reasignarse a I.

Estación	Tareas	Tiempos	Tiempo total	Tiempo acumulado
I	1,2	5,3	8	8
II	3,4	6,8	14	22

III	5,6	10,7	17	39
IV	7	1	1	40
V	8,9	5,3	8	48

*Figura 1.10 Muestra el número de tarea y la estación que le corresponde de la figura 1.3.*

Al reasignarse la tarea 4 a la estación I se cumple el tiempo de ciclo, repetimos el proceso con la estación II. Podemos observar que la tarea 5, que se ubica en la estación III, se puede reasignar a la estación II.

Estación	Tareas	Tiempos	Tiempo total	Tiempo acumulado
I	1,2,4	5,3,8	16	16
II	3,5	6,10	16	32
III	6,7,8,9	7,1,5,3	16	48

Estación	Tareas	Tiempos	Tiempo total	Tiempo acumulado
I	1,2,4	5,3,8	16	16
II	3,5	6,10	16	32
III	6,7,8,9	7,1,5,3	16	48

*Figura 1.11 Se reubico la posición de la tarea 4 en la estación I.*

La reasignación satisface el tiempo de ciclo, repetimos el proceso y observamos que el resto de las tareas pueden reasignarse a la estación III.

Estación	Tareas	Tiempos	Tiempo total	Tiempo acumulado
I	1,2,4	5,3,8	16	16
II	3,5	6,10	16	32
III	6	7	7	39
IV	7	1	1	40
V	8,9	5,3	8	48

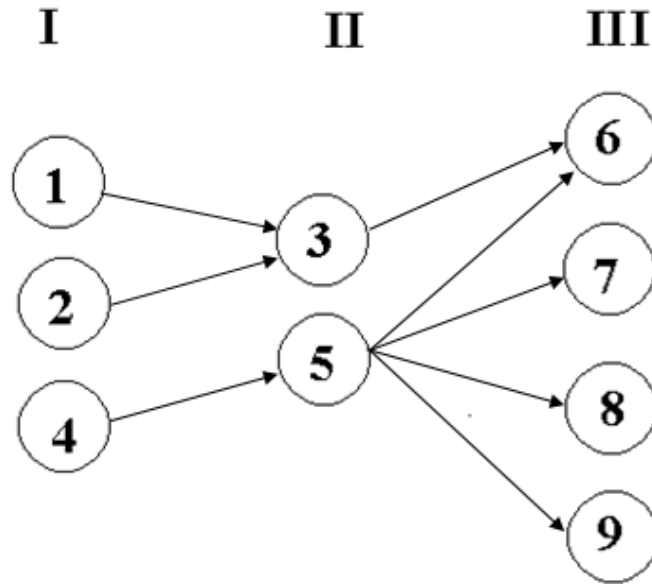
*Figura 1.12 Se reubico la posición de la tarea 5 en la estación II.*

La línea se balanceó optimizando la cantidad de estaciones y con un ocio de cero.

Estación	Tareas	Tiempos	Tiempo total	Tiempo acumulado
I	1,2,4	5,3,8	16	16
II	3,5	6,10	16	32
III	6,7,8,9	7,1,5,3	16	48

*Figura 1.13 Se reubico la posición de las tareas 6,7,8,9 en la estación III.*





*Figura 1.14 Estaciones de trabajo con actividades de presidencia utilizando los datos de la tabla 1.5.5.*

### **1.6 Método heurístico para el balanceo de líneas.**

El balanceo de líneas se realiza para minimizar el desequilibrio entre máquinas y personal mientras se cumple con la producción requerida. Con la finalidad de producir a una tasa especificada, se debe conocer las herramientas, el equipo y los métodos de trabajos empleados. Después, se deben determinar los requerimientos de tiempo para cada tarea de ensamble, también se necesita conocer la relación de precedencia entre las actividades, es decir, la secuencia en que deben desempeñarse las tareas.

---

# Capítulo 2

**“NORMAS DE MATERIALES MÁS UTILIZADAS  
EN LA FABRICACIÓN DE DUCTOS PARA  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS”.**

2.1 Canalizaciones eléctricas.

2.2 Selección de ductos y criterios  
empleados.

## **2.1 Canalizaciones eléctricas.**

Se entiende por canalizaciones eléctricas a los dispositivos que se emplean en las instalaciones eléctricas para contener a los conductores de manera que queden protegidos contra el deterioro mecánico y la contaminación, además protejan las instalaciones contra incendios por arcos eléctricos que se presentan en condiciones de cortocircuito. Los medios de canalización más usados en instalaciones eléctricas son: Tubos conduit, ductos y charolas.

### **2.1.1 Tubos conduit.**

El tubo conduit es usado para contener y proteger los conductores eléctricos usados en las instalaciones. Estos tubos pueden ser de aluminio, acero o aleaciones especiales. Los tubos de acero a su vez se fabrican en los tipos pesado, semipesado y ligero, distinguiéndose uno de otro por el espesor de la pared.



*Figura 1.15 Tubos conduit.*

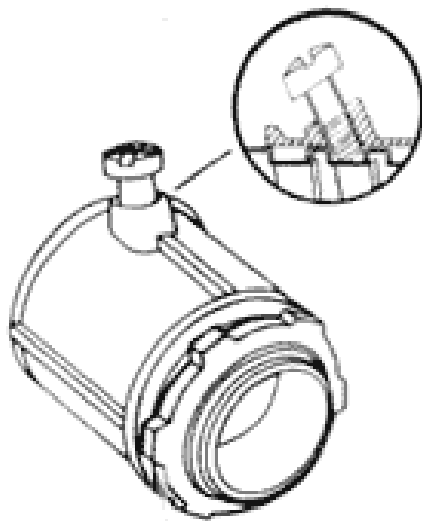
A).- Tubo conduit de acero pesado: Estos tubos conduit se encuentran en el mercado ya sea en forma galvanizada o bien con recubrimiento negro esmaltado, normalmente en tramos de 3.05 metros de longitud con rosca en ambos extremos. Se usan como conectores para este tipo de tubo los llamados coples, niples (corto y largo), así como niples cerrados o de rosca corrida.

Estos tubos se fabrican en secciones circulares con diámetros que van desde los 13 mm (0.5 pulgadas) hasta 152.4 mm (6 pulgadas). La superficie interior de estos tubos como en cualquiera de los otros tipos debe ser lisa para evitar daños al aislamiento o a la cubierta de los conductores. Los extremos se deben limar para evitar bordes cortantes que dañen los conductores durante el alambrado.

Los tubos rígidos de pared gruesa del tipo pesado y semipesado pueden emplearse en instalaciones visibles u ocultas, ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería, en cualquier tipo de edificios y bajo cualquier condición atmosférica.

B).- *Tubo conduit metálico de pared delgada (thin wall)*: A este tubo se le conoce también como

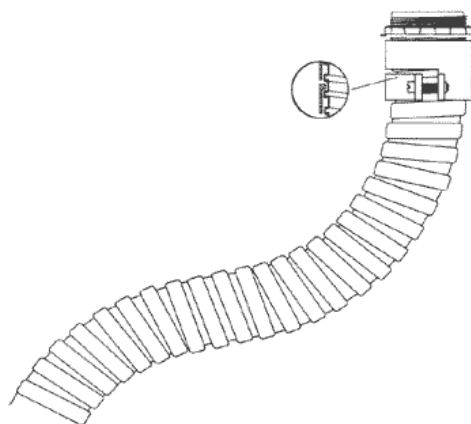
tubo metálico rígido ligero. Se usa en instalaciones ocultas o visibles, ya sea embebido en concreto o embutido en mampostería en lugares de ambiente seco no expuestos a humedad o ambiente corrosivo. No se recomienda su uso en lugares en los que, durante su instalación o después de ésta, se encuentre expuesto a daños mecánicos. Tampoco debe usarse directamente enterrado o en lugares húmedos, así como en lugares clasificados como peligrosos. El diámetro máximo recomendable para esta tubería es de 51 mm (2 pulgadas) y debido a que la pared es muy delgada, en estos tubos no debe hacerse roscado para atornillarse a cajas de conexión u otros accesorios, de modo que los tramos deben unirse por medio de accesorios de unión especiales.



*Figura 1.16 Accesorio para conectar Tubo conduit.*

C).- Tubo conduit flexible: En esta designación se conoce al tubo flexible común fabricado con cinta engargolada (en forma helicoidal), sin ningún tipo de recubrimiento. A este tipo de tubo también se le conoce como Greenfield. Se recomienda su uso en lugares secos y donde no se encuentre expuesto a corrosión o daño mecánico. Puede instalarse embutido en muro o ladrillo, así como en ranuras.

En el uso de tubo flexible el acoplamiento a cajas, ductos y gabinetes se debe hacer utilizando los accesorios apropiados para tal objeto. Asimismo, cuando éste tubo se utilice como canalización fija a un muro o estructura, deberá sujetarse con abrazaderas que no dañen al tubo, debiendo colocarse a intervalos no mayores a 1.50 metros.



*Figura 1.17 Accesorio para conectar Tubo flexible.*

D).- *Tubo conduit de plástico rígido (PVC)*: Este tubo está fabricado de policloruro de vinilo (PVC), junto con las tuberías de polietileno se clasifican como tubos conduit no metálicos. Este tubo debe ser resistente a la compresión, a la humedad y a ciertos agentes químicos.

Se utilizan directamente enterrados a una profundidad no menor de 0.50 metros a menos que se proteja con un recubrimiento de concreto de 5 centímetros de espesor como mínimo.

#### **2.1.1.1 Accesorios para canalizaciones con tubo conduit.**

Todas las conexiones o uniones entre conductores deben ser realizadas dentro de cajas de conexión diseñadas y aprobadas para este fin. Estas cajas deben estar instaladas en lugares en los que resulten accesibles para poder realizar cambios y modificaciones en el cableado. Además, todos los apagadores y salidas para lámparas, así como los contactos, deben encontrarse alojados en cajas.

Estas cajas se construyen de metal o de plástico, según su uso. Las cajas metálicas se fabrican con

acero galvanizado en cuatro formas: cuadradas, octagonales, rectangulares y circulares.

Las hay en varios anchos, profundidades y perforaciones que faciliten el acceso de las tuberías.



*Figura 1.18 Accesorio para canalizaciones con tubo conduit.*

#### **2.1.1.2 Registros condulet.**

Estos registros se utilizan en instalaciones visibles, tienen una o varias salidas para acoplamiento con las tuberías, así como una tapa removible para realizar las conexiones. Su denominación depende del número o tipo de salidas que posea.



### **2.1.2 Ductos.**

Estos medios para la canalización de conductores eléctricos. Se usan solamente en las instalaciones eléctricas visibles ya que no pueden incrustarse embutidos en pared, ni dentro del concreto. Los ductos se fabrican en lámina de acero acanalada de sección cuadrada o rectangular, las tapas se montan atornilladas. Su aplicación más común se encuentra en instalaciones industriales y laboratorios.

Los conductores se colocan dentro de los ductos en forma similar a los tubos conduit. Pueden utilizarse tanto para circuitos alimentadores como para circuitos derivados. También se emplean en edificios multifamiliares y oficinas.

Los ductos ofrecen muchas ventajas en comparación con la tubería conduit: ofrecen mayor espacio para el alojamiento de conductores, también son más fáciles de cablear. En un mismo ducto se pueden tener circuitos múltiples, así se aprovecha mejor la capacidad conductiva de los cables al tenerse una mayor disipación de calor.

La desventaja es que necesitan mayor mantenimiento. Se permite un máximo de 30 conductores hasta ocupar un 20% del interior del ducto.

El empleo de ductos en instalaciones industriales, laboratorios, edificios de viviendas o edificios de oficinas tienen ciertas ventajas como:

- A).- Facilidad de instalación.
- B).- Se vende en tramos de diferentes medidas, lo que hace su instalación más versátil.
- C).- Facilidad y versatilidad para la instalación de conductores dentro del ducto, teniéndose la posibilidad de agregar más circuitos a las instalaciones ya existentes.
- D).- Son 100% recuperables: al modificarse una instalación se desmontan y pueden usarse nuevamente.
- E).- Fáciles de abrir y conectar derivaciones.
- F).- Ahorro en herramienta y en mano de obra para la instalación.

G).- Facilitan la ampliación de las instalaciones.



*Figura 1.19 Ducto.*

### **2.2.3 Charolas.**

Charolas para cables: Las charolas o pasos de cable son conjuntos prefabricados en secciones rectas que se pueden unir para formar sistemas de canalizaciones en general se tienen disponibles tres tipos de charolas para cables.

Charolas de paso: Tienen un fondo continuo, ya sea ventilado o no ventilado y con anchos estándar de 15, 22, 30 y 60 cm, este tipo se usa cuando los conductores son pequeños y requieren de un transporte completo.

Charolas tipo escalera: Estas son de construcción muy sencilla consisten de dos rieles laterales unidos o conectados por barrotes individuales, por lo general se usan como soporte para los cables de potencia, se

fabrican en anchos estándar de 15, 22, 30, 45, 60 y 75 cm de materiales de acero y aluminio.

Charolas tipo canal: Están constituidas de una sección de canal ventilado, se usan por lo general para soportar cables de potencia sencillos, múltiples o diversos tipos de cables de control, se fabrican de acero o aluminio con anchos de 7.5 o 10 cm.

Canalizaciones superficiales: Las canalizaciones superficiales se fabrican en tipo metálico y no metálico, se usan generalmente en lugares secos no expuestos en la humedad, tienen conectores y herejes de distintos tipos para dar prácticamente todas las formas deseables en las instalaciones eléctricas. Se pueden montar en pared, techo o piso según la necesidad.

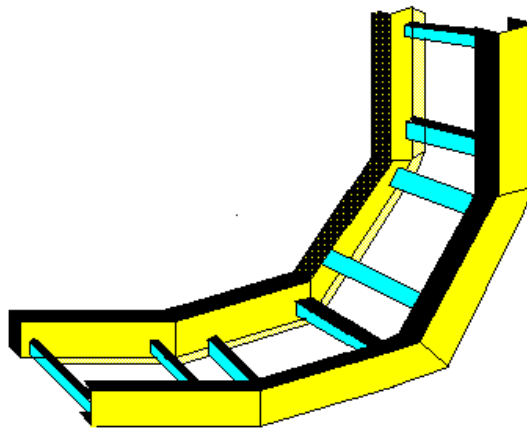
En el uso de charolas se tienen aplicaciones parecidas a las de los ductos con algunas limitantes propias de los lugares en los que se hace la instalación. En cuanto a la utilización de charolas se dan las siguientes recomendaciones:

I.- Procurar alinear los conductores de manera que queden siempre en posición relativa en todo el trayecto, especialmente los de grueso calibre.

II.- En el caso de tenerse un gran número de conductores delgados, es conveniente realizar amarres a intervalos de 1.5 a 2 metros aproximadamente, procurando colocar etiquetas, procurando colocar etiquetas de identificación cuando se trate de conductores pertenecientes a varios circuitos.

En el caso de conductores de grueso calibre, los amarres pueden hacerse cada 2 ó 3 metros.

III.- En la fijación de conductores que viajan a través de charolas por trayectorias verticales largas es recomendable que los amarres sean hechos con abrazaderas especiales.



*Figura 1.20 charola.*

## **2.2 Selección de ductos y criterios empleados.**

Generalmente el ducto puede ser de plástico o de acero, según el requerimiento. Para la selección del ducto se emplea el siguiente, criterio:

La sección del ducto debe ser por lo menos tres veces mayor que la sección de los cables, incluyendo el aislamiento, con el fin de que el ducto tenga la ventilación adecuada y para que el cable sea introducido fácilmente al mismo.

### **2.2.1 Norma NTIE y NEC.**

El diseño de las instalaciones eléctricas se hace dentro de un marco legal. Un proyecto de ingeniería es una respuesta técnica y económicamente adecuada, que respeta las normas y códigos aplicables.

En México las NTIE (Normas técnicas para Instalaciones eléctricas) editadas por la dirección General de Normas, Constituyen el marco legal ya mencionado.

Existen otras normas que no son obligatorias que pueden servir de apoyo en aspectos no cubiertos por la NTIE son:

- a) El NEC (Código Nacional Eléctrico de EE.UU.) puede ser muy útil en algunas aplicaciones.
- b) El LPC (Código de protecciones contra descargas eléctricas de EE. UU.) Es un capítulo de la NFPA. Los diseñadores mexicanos apoyan mucho este código debido que las NTIE tratan el tema con poca profundidad.

### **2.2.2 Características del ducto.**

*Resistencia a la intemperie.*

Todos los ductos pueden mantenerse almacenados a la intemperie por un periodo máximo de un año. El ducto aéreo está formulado para resistir la radiación solar en condiciones útiles por un lapso no menor a 15 años.

Durabilidad.

El tiempo de vida útil de los ductos una vez instalados es de 40 a 50 años en condiciones de operación normal y a una temperatura promedio de 23°C (excepto la tubería aérea).

Resistencia en zonas extremas.

Gracias a las propiedades de los ductos estos pueden ser utilizados en terrenos no planos, ya que al no ser frágiles ni excesivamente rígidos se flexionan ajustándose al contorno natural del terreno.

Flexibilidad.

La gran flexibilidad de los ductos hace posible la disminución considerable de accesorios, así mismo pueden absorber la mayoría de impactos y movimientos que todo ducto sufre durante su vida útil.

Ligereza.

Al ser los ductos fabricados con material ligero, permiten su fácil manejo y rapidez en la instalación.

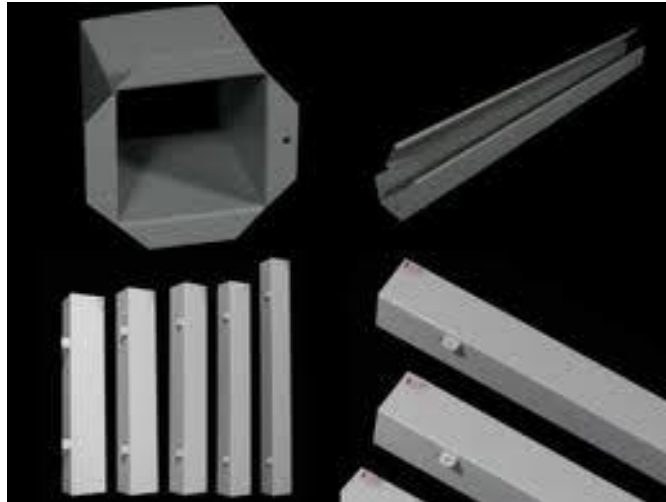
Resistencia química.

Los ductos son inertes a una gran variedad de productos químicos por lo que no son afectados por sustancias naturales encontradas en el subsuelo, no es degradable, no es conductor eléctrico, no se oxida o corroe.

Resistencia a la compresión.



En base a su resistencia y gran flexibilidad los ductos pueden ser comprimidos sin afectar sus propiedades físicas o mecánicas con lo que se da una resistencia mecánica adicional a los cables instalados en las tuberías.



*Figura 1.21 Ductos de diversas medidas para instalaciones eléctrica.*

---

# Capítulo 3

## “PROCESO DE MANUFACTURA DE DUCTOS PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS”.

- 3.1 Recepción de lámina de acero al carbono para la manufactura de ductos.
- 3.2 Transporte de lámina al área de corte.
- 3.3 Transporte de lámina al área de corte.
- 3.4 Transporte de lámina al área de dobléz.
- 3.5 Transporte del ducto al área de pintura.

### **3.1 Recepción de lámina de acero al carbono para la manufactura de ductos.**

La recepción de lámina se lleva a cabo en la zona de carga y descarga, bajo la supervisión del encargado del almacén quien a su vez revisa las características de la misma, ya sea dimensiones, material, calibre, condiciones físicas, se toma una muestra para realizar ensayos de sus propiedades mecánicas. La manipulación de la lámina se lleva a cabo por medio de un polipasto, se sujeta la lámina en sus extremos por medio de cadenas y se ubica sobre un montacargas para ser transportado al área de corte.



*Figura 1.22 Polipasto utilizado para manipular lámina.*

### **3.2 Transporte de lámina al área de corte.**

El transporte de lámina se lleva a cabo por medio de un montacargas, sujetando las láminas con cadenas en ambos extremos para evitar que se deslicen y por

consiguiente se caigan, ya que tienen una dimensión de 3050mm x 1220mm. Este proceso dura diez minutos y transporta 20 unidades al área de corte.



*Figura 1.23 Muestra transporte de lámina por medio de montacargas.*

### **3.2.1 Corte de lámina por medio de cizalla.**

La dimensión original de la lámina es de 3050mm x 1220mm esto impide que se pueda introducir en la punzonadora por lo tanto se corta a una medida de 1520mm x 1220mm. El corte de lámina se realiza por acción de una cizalla entre dos bordes afilados, donde el borde superior de corte (el punzón) se mueve hacia abajo sobrepasando el borde estacionario inferior de corte (el dado).

Cuando el punzón empieza a empujar el material de trabajo, ocurre una *deformación plástica* en las

superficies de la lámina, conforme éste se mueve hacia abajo ocurre la *penetración*, en la cual comprime la lámina y corta el metal. Esta zona de penetración es generalmente una tercera parte del espesor de la lámina.

A medida que el punzón continúa su viaje dentro del trabajo, se inicia la *fractura* del material de trabajo entre los dos bordes de corte. Si el claro entre el punzón y el dado es correcto, las dos líneas de fractura se encuentran y el resultado es una separación limpia del material de trabajo en dos piezas.

### **3.2.2 Troquelado de lámina por medio de punzonadora cnc AMADA AC2510.**

El troquelado de una lámina de acero con dimensiones 1520mmx1220mm para la elaboración del ducto se lleva a cabo por medio de una punzonadora CNC, el desarrollo del ducto se elabora en el software de diseño SolidWorks, una vez terminado se exporta al software Dr. Abe en el cual se desarrollan los siguientes pasos:

1.- Se seleccionan de un inventario en línea con la torreta de la máquina CNC los punzones para perforar la lámina, ya sean rectangular, redondo, cuadrado, formado etc. Según las necesidades del diseño, los punzones se encuentran ubicados en cada estación de la torreta, dependiendo de su tamaño, forma y la función que realicen.

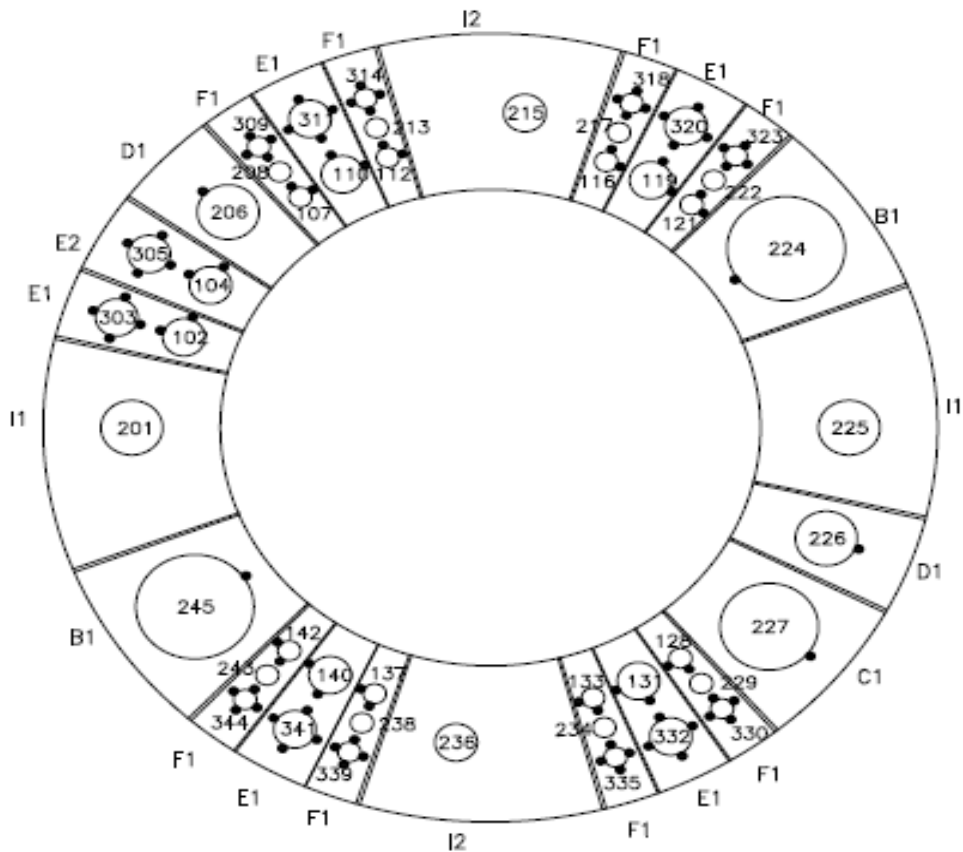
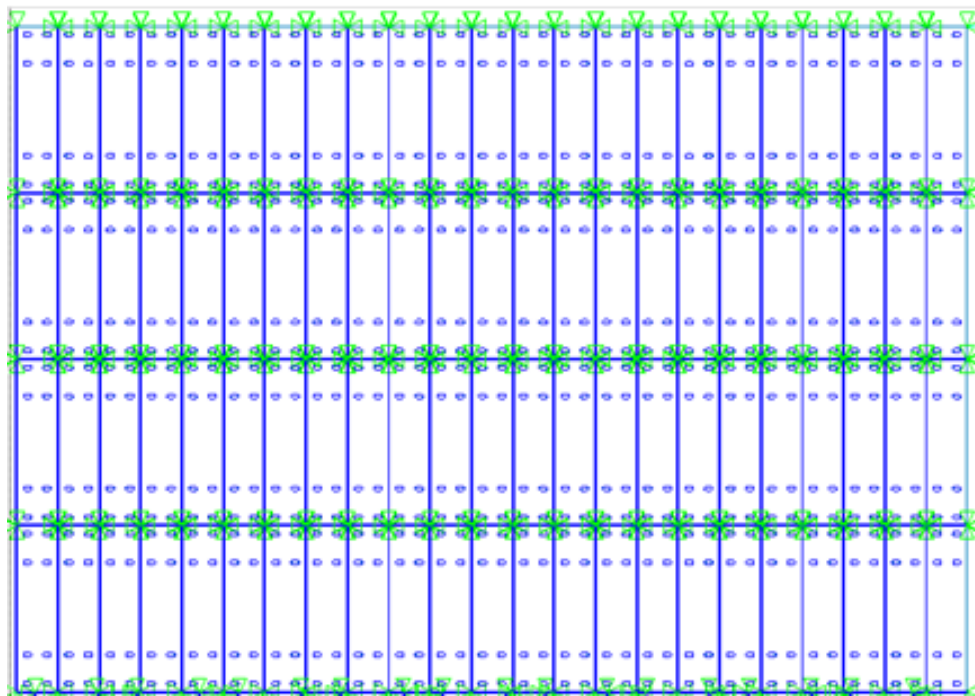


Figura 1.24 Estaciones de la torreta.

2.- Se crea un mallado, esto quiere decir que se multiplican las piezas en el Software de tal forma que abarque toda la superficie de la lámina con la

finalidad de aprovechar todo el material y disminuir los desperdicios (scrap).



*Figura 1.25 Muestra de mallado sobre la lámina.*

- 3.- *Se crea la simulación del proceso con el objetivo de ubicar las posibles fallas en el diseño y conocer el tiempo total de troquelado.*
- 4.- *Se guarda el programa en el disco duro de la máquina AMADA AC2510.*
- 5.- *El operador se encarga de revisar que el herramental se encuentre en óptimas condiciones de funcionamiento y correctamente ubicados en la torreta.*

6.- Por último el operador introduce la lámina sobre la cama de troquelado y ejecuta el programa.

### **3.2.3 Dobleza del ducto por medio de dobladora AMADA CNC.**

El proceso de dobleza se efectúa con mayor velocidad que el troquelado ya que solo se tienen que doblar dos caras laterales del ducto y se lleva a cabo en la dobladora CNC, consta de los siguientes pasos:

1.- Una vez que se ha troquelado el ducto se transporta al área de corte por medio de patines hidráulicos y se posiciona para ser doblado.

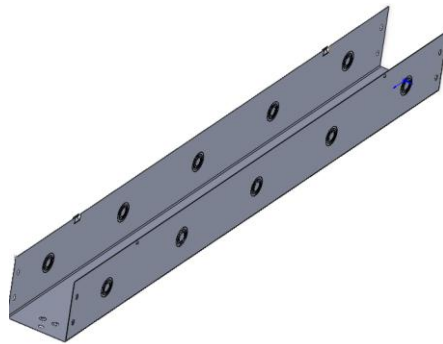


*Figura 1.26 Ducto troquelado, listo para ser doblado.*

2.- El operador ajusta los detalles en la pantalla de la máquina (touch screen) estos dependen del calibre de la lámina, ángulo del doblez (siendo constante a  $90^\circ$ , pero se debe considerar a  $92^\circ$  ya que el acero se opone a la deformación).



- 3.- Posiciona los dados y los punzones para realizar el doblez, ajusta las mordazas posteriormente realiza una prueba física de doblez que debe cumplir principalmente con el ángulo de  $90^\circ$ , por último supervisa que el material no tenga fisuras y/o rupturas por el esfuerzo aplicado.
- 4.- Se transporta por medio de patines hidráulicos al área de pintura.



*Figura 1.27 Ducto doblado a  $90^\circ$*

### **3.3 Lavado de ductos por medio de hidrolavadoras y solventes.**

Una vez que se haya doblado el ducto es necesario que sea limpiado y desengrasado, ya que el herramental utilizado lubrica los punzones antes de troquelar por lo tanto el ducto queda con residuos de grasas esto impide que pueda ser pintado adecuadamente, para

limpiarlo se utiliza un desengrasante con las siguientes características:

- A.- Éste es un producto que limpia el metal antes de la aplicación del anticorrosivo, dejando el ducto sin óxido o grasa en absoluto, completamente limpio y áspero para una excelente adherencia de la pintura electrostática.
- B.- Con este producto ya no es necesario limpiar el metal con ningún otro solvente, tampoco es necesario lijarlo ya que el producto se encarga de desaparecer todo vestigio de óxido o grasa, convirtiéndolos en fosfato.
- C.- La aplicación es por medio de hidrolavadoras; éste equipo está diseñado para uso continuo, acelera el tiempo de limpieza especialmente cuando las superficies están llenas de grasas, aceites solventes, etc.
- D.- Dilución y secado: Para esto se utiliza agua, (si se considera necesario diluir) el secado necesita dos horas hasta que termine de actuar el producto y poder pintar el ducto.



*Figura 1.28 Hidrolavadora industrial utilizada para limpiar los ductos.*

### **3.3.1 Aplicación de pintura electrostática.**

Para cumplir con las especificaciones y expectativas de nuestros clientes, hemos consolidado un procedimiento estructurado de la siguiente forma:

- 1.- Primer paso: se debe realizar una limpieza del ducto como pretratamiento para preparar la superficie, y así garantizar una buena adherencia, apariencia y resistencia a la corrosión.
  
- 2.- Segundo paso: consiste en separar las piezas metálicas de acuerdo a su tipo (ductos, codo 45° y 90°, "T" etc.) para luego ser introducidas en tanques donde se realiza un lavado por inmersión (accesorios) o aspersion (ductos) en el que aplicamos solventes, con este desoxidamos y

desengrasamos la pieza, buscando eliminar los contaminantes, neutralizando y sellando la pieza a tratar, lo que mejora la adherencia, minimiza la oxidación, mejora la resistencia a la corrosión general de la pieza final.

3.- Posteriormente las piezas son colgadas por separado para un secado uniforme y luego son transportadas en estructuras especiales para aplicarles el recubrimiento en polvo.

Para nuestro proceso de aplicación de pintura en polvo contamos con cabinas tipo ciclón y equipos electrostáticos, que funcionan con una fuente de voltaje que genera corriente a través de un cable y lo conduce hacia el electrodo de la pistola donde se produce la ionización del aire y las partículas de polvo son cargadas.

Este sistema utiliza una bomba con aire comprimido, para transportar la pintura hacia la pistola, y luego al objeto a recubrir.



*Figura 1.29 Muestra el proceso de pintado.*

A medida que la pintura pasa a través del campo electrostático, esta recoge una carga y es atraída a un sustrato conectado a tierra. El polvo no adherido a la pieza tratada llega por una tubería al ciclón, que lo separa del aire a través de un dispositivo de aspiración que lo recoge en el depósito de polvo para su reutilización.

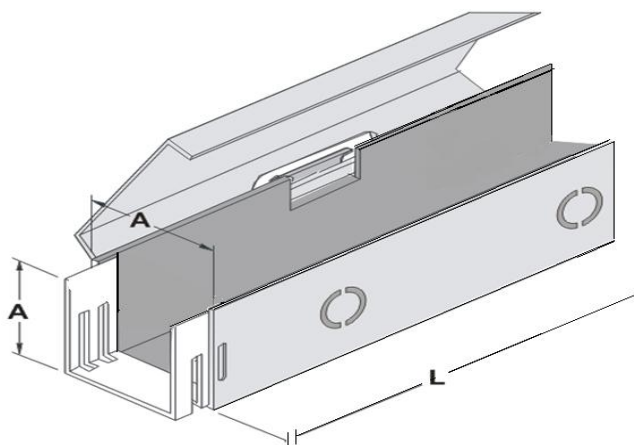
El filtro final aspira el polvo no separado por el ciclón y lo acumula en su depósito. Posteriormente, la pieza es transportada a un horno de polimerización para ser curada.

En él, las partículas de polvo se polimerizan, y por sus propiedades termoendurecibles se convierte en una capa continua plenamente curada sobre el ducto y se completa el proceso.

### 3.3.2 Ensamble de ductos con tapas.

Una vez que el ducto sale del proceso de pintura, se traslada al área de armado, donde se lleva a cabo el ensamble de forma manual, en este punto el trabajador inserta al ducto la tapa y los conectores.

La tapa solo se inserta en las bisagras del ducto y el conector se atornilla por ambos extremos utilizando tornillos de 1/8 plg.



*Figura 1.30 Ensamble de ducto, la bisagra fue diseñada para ser abierta lo necesario para insertar la tapa.*

#### 3.3.2.1 Accesorios para el ducto.

Todos los accesorios son troquelados con el mismo calibre de lámina (20" de 0.91mm de espesor) que el ducto calibre, las dimensiones de los accesorios para el ducto son directamente proporcionales a la medida

de los mismos ya sea un ducto de 2.5", 4" y/o 6" pulgadas.

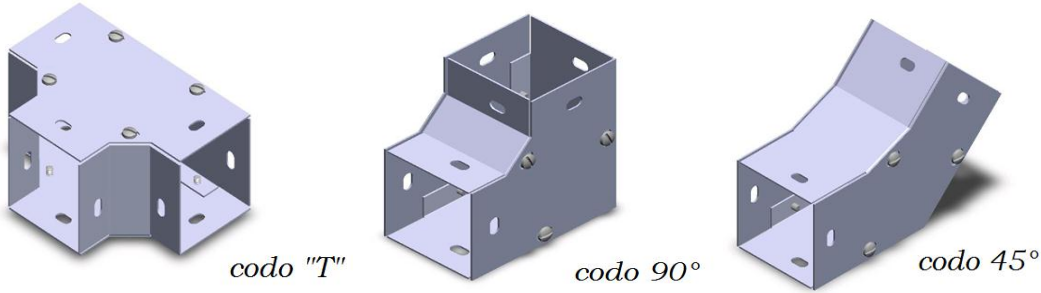


Figura 1.31 Clasifica los tipos de accesorios.

Tipo de Accesorios		
Codo a 45°	2.5"	Todos los codos incluyen conector y tornillería para su ensamble posterior al ducto
	4"	
	6"	
Codo a 90°	2.5"	Todos los codos incluyen conector y tornillería para su ensamble posterior al ducto
	4"	
	6"	
Codo en "T"	2.5"	Todos los codos incluyen conector y tornillería para su ensamble posterior al ducto
	4"	
	6"	

Figura 1.32 Tipos de accesorios.

**3.4 Embalaje de ductos para ser transportados.**

El embalaje de los ductos consiste en: emplear cada ducto para evitar rayar la pintura, la medida del playo es de 18" de ancho por 1500 fts, es una película plástica estirable para envolver ductos para un manejo fácil, seguro y se adhiere para mantener cosas juntas, ya sean tapas o accesorios usado en gran variedad de

labores. Sustituye el amarre, la cinta adhesiva, las cajas y las bandas. No daña superficies: Es tan fácil de remover como de colocar. Se autoadhiere sin pegamento y no daña acabados ni deja residuos pegajosos.

Protege: Evita limpiezas y daños, el ducto se estiba forman paquetes de 4 ductos y ponen 8 paquetes en la base y son 7 filas, esto da una estiba de 56 paquetes, 56 paquetes por 4 ductos que contiene cada paquete esto da una tarima de 224 ductos en total.



*Figura 1.33 Emplayo de ductos.*

### **Información adicional adherida a cada tarima.**

*Es una hoja metálica doblada en forma de "U" con una cubierta ensamblada con bisagras, se utiliza para dirigir el cableado por una trayectoria definida.*

*El Ducto cuadrado, es fabricado de acuerdo a los requerimientos de la NOM - 001 sede 1999 cuenta con*



un cuerpo de discos removibles para derivaciones en tubo conduit.

Número de catalogo	Dimensiones en anchos	Dimensiones en largos	Materiales y acabados	Protección vs condiciones ambientales	Índice de protección
DR	65 x 65 (2.5)	1' (304.8)	P: Pintura electroestática gris ANSI	Tipo de envolvente 1, para uso en interiores	IP - 30  Protección contra objetos sólidos de 25ml de largo. Ej. Herramientas y alambres Grado inherente de protección
	100 x 100 (4)	2' (609.6)	GI: galvanizado por inmersión	Contacto incidental con el gabinete	
	150 x 150 (6)	5' (1524)	GE: Galvanizado Electrolítico	Acumulación de suciedad	
		10' (3048)	PVC: Recubierto de PVC  A: Al con recubrimiento de PVC  AI: Acero Inoxidable		

Figura 1.34 Datos generales del ducto enviados al comprador.

NOTA: El diseño y la fabricación de todos los productos Cross Line se realizan apegados a las Normas Nacionales (NMX-J-511 ANCE 2008, NOM-001-SEDE-2005, como internacionales (NEMA-VE-1-2000 y National Electrical Code Nex).

---

# Capítulo 4

## **"ESTUDIO DEL PROCESO DE MANUFACTURA DE DUCTOS PARA INSATACIONES ELÉCTRICAS".**

4.1 Creación de diagramas de tiempos y movimientos.

4.2 Análisis por medio de rutas críticas.

4.3 Tipos de procesos productivos.

4.4 Mínima distancia recorrida.






4.5 Calculo de la eficiencia.

4.6 Capacitación y participación del supervisor.

---

**4.1 Creación de diagramas de tiempos y movimientos.**

Diagrama de flujo: Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en toda una secuencia de actividades, dentro de un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo con su naturaleza; incluye, toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido. Con fines analíticos y como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias, es conveniente clasificar las acciones que tienen lugar durante un proceso, estas se conocen bajo los términos de:

ACTIVIDAD	SIMBOLOGÍA.
Operación.	
Transporte.	
Inspección.	
Espera.	
Almacenamiento.	

*Figura 1.- Simbología del proceso.*

Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación, desde la llegada de la materia prima hasta el embalaje del producto terminado.

Antes de que se pueda mejorar un diseño se deben examinar primero los dibujos que indican el diseño actual del producto. Análogamente, antes de que sea posible mejorar un proceso de manufactura conviene elaborar un diagrama de operaciones que permita comprender perfectamente el problema, y determinar en qué áreas existen las mejores posibilidades de mejoramiento. El diagrama de flujo de proceso permite exponer con claridad el problema, ya que si no se plantea correctamente un problema difícilmente podrá ser resuelto.

Pasos para elaborar un diagrama de flujo de proceso:

- 1.- Hacer la hoja respectiva, cuyo encabezado tendrá datos de identificación del proceso.
- 2.- El cuerpo consta de cinco columnas para los símbolos anteriores, una para la descripción breve del trámite, 2 para las distancias de los transportes y minutos de demora y 1 para observaciones.
- 3.- Se anota la descripción de los pasos del proceso y se marcan puntos en las columnas de los símbolos correspondientes, uniéndolos con una línea.

- 4.- Se obtienen los totales, una vez terminada la descripción del proceso las operaciones, transportes, inspecciones, demoras, así como el tiempo perdido en el almacenamiento.
- 5.- Los totales indican el tipo de acción que conviene tomar para un análisis más profundo y cambiar aquellos aspectos que nos pueden afectar en un tiempo determinado.

#### **4.2 Análisis por medio de rutas críticas.**

Una ruta crítica es la secuencia de los elementos terminales de la red de proyectos con la mayor duración entre ellos, determinando el tiempo más corto para completar el proyecto.

La duración de la ruta crítica determina la duración del proyecto entero. Cualquier retraso en un elemento de la ruta crítica afecta la fecha de término planeada del proyecto, y se dice que no hay holgura en la ruta crítica.

Un proyecto puede tener varias rutas críticas paralelas. Una ruta paralela adicional a través de la red con las duraciones totales menos cortas que la ruta crítica es llamada una sub-ruta crítica.

### 4.3 Tiempos de procesos productivos.

CORPORACION MANDRINKA S.A. DE C.V.					
PESOS ESTANDAR ACTUALES DE DUCTOS TIPO IR					
EN ACERO AL CARBONO CALIBRE 20"					
Cuerpo de Ducto	Dimensiones de Lamina	Dimensiones del Desarrollo	Numero de Piezas por Lamina	Peso Desarrollo Troquelado	Peso Desarrollo Troquelado y Pintado
<b>2.5"</b>	3050 x 1220	193 x 1520	12	1.368	1.842
<b>4"</b>	3050 x 1220	300 x 1520	8	2.704	2.868
<b>6"</b>	3050 x 1220	450 x 1520	4		5.092
<b>Tapa</b>					
<b>2.5"</b>	3050 x 1220	91 x 1520	24	0.634	0.666
<b>4"</b>	3050 x 1220	127 x 1520	18	1.204	1.284
<b>6"</b>	3050 x 1220	178 x 1520	12		1.684
<b>Conector</b>					
<b>2.5"</b>	1525 X 1220	62 x 153	162	0.086	0.092
<b>4"</b>	1525 X 1220	62 x 257	90	0.142	0.144
<b>6"</b>	1525 X 1220	62 x 384	69	0.214	0.172

DUCTO	PESO DEL PRODUCTO TERMINADO
<b>2.5"</b>	2.600
<b>4"</b>	4.296
<b>6"</b>	6.948

NOTA: El peso del producto terminado incluye cuerpo de ducto, tapa y conector.

#### 4.4 Capacitación y participación del Supervisor.

##### 4.4.1 VOCACIÓN

El factor VOCACIÓN, es considerado como el punto de partida para ser realmente un PROFESIONAL, ya que en él se integran tres componentes fundamentales.

1.- VERDADERO GUSTO POR EL TRBAJO: Trabajar en lo que a uno le gusta proporciona felicidad. Por el contrario empeñarnos en realizar una actividad para la cual no tenemos inclinación nos hará sentirnos frustrados y aun cuando nos empeñemos en sobresalir por muy responsables que seamos y todo lo eficiente que podamos ser, nunca se podrá rendir el máximo en un trabajo que no deje satisfechas nuestras inclinaciones.

El secreto esta en no trabajar solo por la ganancia económica sino hacerlo por la satisfacción en si que nos da el desempeñar aquello que nos gusta verdaderamente.

2.- ADAPTABILIDAD AL PUESTO: No basta con que nos guste el trabajo que se esta desarrollando, es necesario sabernos adaptar a las exigencias

específicas que implica el puesto, como son; flexibilidad para trabajar con todos los niveles sociales, trabajar sin estar pendientes del reloj, facilidad de movilización y cambios etc. Desde luego es indispensable que no solo el empleado este dispuesto a adaptarse a tales exigencias, si no que también su familia debe aceptar esas condiciones del puesto.

3.- DESEO DE SUPERACIÓN: Muchas personas sienten gusto por su trabajo, pero no se deciden a escalar puestos de más categoría, se conforman con una mediocridad y no aspiran a más. Para asegurar que el deseo de superación sea una verdadera motivación para el éxito, se necesita vencer tres obstáculos principales que afectan la carrera ascendente de un individuo.

a) DEMASIADA COMPLACENCIA: Es el caso del individuo que se satisface con medianías y no ambiciona superarse.

b) NO TENER METAS DEFINIDAS: No sabe a que aspira y no ha definido sus objetivos por alcanzar.



c) FALTA DE CONFIANZA EN SI MISMO: Tiene miedo a contraer responsabilidades y un gran temor al fracaso.

#### **RESUMEN:**

No sólo debemos saber que nos gusta, sino que tenemos que definir hasta donde queremos llegar. Se requiere que cada persona establezca sus propias metas por alcanzar y luche por ellas.

No nos contentemos con "ir saliendo del paso", Recordemos que, cuando el hombre deja de ascender empieza a bajar. Quien se estanca en un puesto sin capacitación y desarrollo, en consecuencia deja de ser productivo.

#### **4.4.2 MORALIDAD.**

La moralidad se define como: "Las reglas que deben seguirse para hacer el bien y evitar el mal". En consecuencia, por moralidad debemos entender la conducta del hombre en relación a tales reglas.

La moralidad del supervisor se divide en tres componentes principales:

1.- BUENOS HABITOS PERSONALES; Los hábitos personales deben ser siempre positivos. Es deber de todo supervisor combatir todo habito personal negativo ya que éstos le restan prestigio y efectividad.

Por el contrario, el supervisor debe preocuparse constantemente por fomentar buenos hábitos, evitando ser impuntual en su trabajo, despilfarros y previendo problemas en la productividad.

2.- LEALTAD A LA COMPAÑÍA: Somos empleados de Cross Hands, y como tales somos los representantes de una gran empresa y de productos y servicios reconocidos.

Esto significa para nosotros una gran responsabilidad, la de aprovechar toda oportunidad de aumentar la buena imagen de nuestra compañía.

3.- HONRADEZ EN EL TRABAJO: Significa proteger los intereses de la empresa en los siguientes aspectos.

a) ECONÓMICO; Esto tiene que ver con los costos, también es para evitar todo gasto superfluo en

compra de materiales, cuidar el equipo de trabajo, etc.

b) TRABAJO A CONCIENCIA; Evitar todo tiempo muerto que no sea productivo, previendo pérdidas y desperdicios.

c) ETICA COMERCIAL; Tanto con clientes como proveedores dar el mejor servicio y atención.

#### **RESUMEN:**

La moralidad es una característica personal que no solo le aumentara prestigio, sino que hará que la gente confié en usted y su empresa.

#### **4.4.3 PERSONALIDAD.**

La personalidad es el conjunto de características físicas y mentales de cada individuo, por lo que debemos dar a la nuestra una identidad propia, individual, que nos distinga de los demás.

Se han recopilado las características positivas que debe tener un supervisor en tres componentes principales.

I. BUENA PRESENTACIÓN: Aun que la buena presentación nos es la característica mas importante de un supervisor, si es la que primero salta a la vista, por lo que adquiere gran valor tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ✓ Vestir correctamente de acuerdo a la actividad o nivel en que vayamos a actuar evitando el desalineo.

- ✓ Cuidar la higiene personal, para no ofender a las personas, presentándose siempre bien rasurados, peinados, etc.

II. HOMBRE DE CARÁCTER: El supervisor debe hacer resaltar su personalidad con una distinción y una individualidad digna de ser apreciada por todos los demás. Para esto, debe reunir un conjunto de características favorables, como son:

- ✓ Fortaleza para actuar con decisión.

- ✓ Tener firmes convicciones y principios.

- ✓ Ser de nobles sentimientos e ideales altos.

- ✓ Gozar de buena reputación tanto en la empresa como en la comunidad.

III. DON DE GENTES: La diferencia entre la simpatía y la antipatía, radica en el don de gentes, puede resumirse en los siguientes aspectos:

- ✓ Ser atento y servicial.
- ✓ Tener gusto por tratar con todo tipo de personas.
- ✓ Tener modestia y no abusar en el uso de pronombre YO.
- ✓ Tomar en cuenta las opiniones, gustos y deseos de los demás.
- ✓ Ser un verdadero experto en el uso de las relaciones humanas, tratando a las personas como nosotros deseamos ser tratados.

**RESUMEN:**

Debemos dar a nuestra persona una identidad propia, que nos distinga de los demás con una personalidad de Verdadero Supervisor Profesional.

EL DESARROLLO DE LA PERSONALIDAD DEL SUPERVISOR.

Es indudablemente posible desarrollar una personalidad de Supervisor Eficiente, si se adquiere una serie de costumbres personales, que tengan el poder de agradar al subordinado mediante: "7 ejercicios de formación de hábitos", dedicando su atención a "uno cada semana" durante las próximas siete semanas hasta que formen parte de su carácter y de su personalidad.

1. APLIQUE UN VOCABULARIO QUE DE MODESTIA A SU COMPORTAMIENTO.

No decline sus acuerdos con sus subordinados debido a un complejo de superioridad. Evite alardear de su conocimiento. Usted debe saber mas naturalmente, pero no haga ostentación de ello. Dé explicaciones sencillas y sin aire de superioridad use frecuentemente frases como las siguientes "como usted sabe...", "como usted dice...".

Estas sencillas frases hábilmente colocadas en sus explicaciones, darán a su subordinado la sensación de que él es también una parte importante y se le tiene presente.

2. ADQUIERA LA COSTUMBRE DE MIRAR A LA GENTE CON SINCERIDAD.

Debemos crear ante los empleados una atmosfera de confianza y uno de los medios mas fáciles de lograrlo es acostumbrándose a mirar a la gente con sinceridad, franca y directamente a los ojos.

- No vuelva la cara y mire de reojo con inquietud.
- No deje vagar su mirada distraídamente por el techo.
- No baje la vista con aire acobardado.
- No fije la mirada en un punto perdido.

### 3. ULTIVE HABITOS DE CORTESIA, QUE DEMUESTREN RESPETO.

- Todo individuo merece todo nuestro respeto y cortesía.
- No se olvide de dar las gracias, si es oportuno.
- No sea descuidado en su vestir.
- No se tome demasiadas familiaridades con sus subordinados.

- No demuestre una actitud distraída o condescendiente cuando sus subordinados le hablen.

#### 4. CULTIVE UN TONO DE VOZ CALIDO, QUE DENOTE AMISTAD.

Es prácticamente imposible adquirir una tonalidad cálida y amistosa en su voz, sin acompañarla de una sonrisa sincera.

Nunca olvide llevar consigo una sonrisa franca, que transmitirá a su voz un tono de cordialidad y sinceridad, haciendo su comunicación verdaderamente grata.

#### 5. CULTIVE EL HÁBITO DE LA SINCERIDAD, PARA INSPIRAR CONFIANZA.

Es absolutamente necesario saber controlar la tensión nerviosa ante los problemas, ya que su buen dominio conducirá al feliz término de cualquier situación difícil.

Actué con plena confianza. Evite los "tics" nerviosos, que demuestren poca fe en si mismos. Aun cuando los "tics" no son muchas veces mas que "pequeñeces



desagradables" que solo consiguen distraer la atención.

#### 6.CULTIVE LA PRÁCTICA DE LA ANIMACIÓN, DEMOSTRANDO ENTUSIASMO.

Por el lógico afán de evitar esos "tics" que menoscaban su personalidad, es fácil que se exceda, convirtiéndose en un ser sin animación. (Dando la impresión de que el asunto no es importante, o que le aburre tratar con los subordinados).

Utilice sus manos para apoyar las palabras, usando movimientos positivos que den ánimo a sus argumentos y comuniquen entusiasmo.

#### 7.CULTIVE EL HÁBITO DE CUMPLIR SU PALABRA, PARA DEMOSTRAR FORMALIDAD.

Personalmente debe vigilar que se cumpla fielmente lo acordado. Haga tanto lo que este en sus manos para que sus programas se cumplan y no se rompan. Deje convencidos a todos de su formalidad y la de su compañía. Aun que su actual personalidad de supervisor sea eficaz, aun puede usted mejorarla al máximo, practique los anteriores 7 ejercicios de formación de hábitos, uno por uno y desarrollará una personalidad de supervisor basada en 7 características.

#### **4.4.4 CAPACIDAD MENTAL.**

Estudios realizados por psicólogos demuestran que el hombre común solo utiliza el 15% de su capacidad mental, por lo que un supervisor dinámico debe educar su mente para estar en disposición de hacer uso de su inteligencia en un porcentaje mucho más alto, que lo coloque por encima del hombre promedio

Los componentes principales que integran la capacidad mental son los siguientes:

- 1. MENTE AGIL Y CREATIVA:** La automatización de los procesos productivos han proporcionado al hombre una pereza mental que le impide aprovechar al máximo su potencial. Por esta razón muchas personas que son muy eficientes en sus trabajos rutinarios no pueden llegar a una categoría de supervisor. Un dirigente dinámico debe distinguirse por las siguientes aptitudes mentales.

- Ser rápido en pensar.
- Ser fuente inagotable de ideas.
- Tener su mente alerta.
- Contar con una gran imaginación.
- Poseer iniciativa.

En resumen una mente activa y dinámica que lo impulse hacia el éxito.

## **2. MENTE ABIERTA Y RECEPTIVA:**

Es sumamente necesario que el Supervisor Dinámico no se resista al cambio por el contrario, debe estar siempre con una disposición de aprender de las ideas de los demás, asimilando lo que escucha y/o lee y/o ve.

Debe evitarse toda rigidez mental o terquedad, que nos lleve a una tremenda resistencia a cambiar formas de pensar o proceder.

Siempre será más productivo el estar dispuesto a intentar nuevos sistemas de trabajo, que continuar en la rutina de los antiguos ya ineficientes que no se ajustan al ritmo moderno de vida.

Debemos pues, tener un gran deseo de comprender y un ansia infinita de recibir nuevas ideas que enriquezcan nuestros actuales conocimientos.

## **3. ACTITUD POSITIVA.**

Una actitud mental positiva significa conocerse así mismo sus limitaciones y todo su potencial, para hacer frente a los conflictos que se presenten, en lugar de evadirlos, haciéndolo con confianza, sin doblegarse ante los obstáculos y por el contrario, continuar luchando por alcanzar nuestros objetivos seguros de poderlos lograr.

#### **RESUMEN:**

La capacidad mental no es más que nuestra inteligencia que, si bien algunos psicólogos nos dicen que la recibimos por herencia, nuestro éxito dependerá del grado en que lleguemos a desarrollarla y la forma en que sepamos aprovecharla.

#### **4.4.5 RESPONSABILIDAD.**

En términos generales, podría decirse que responsabilidad es tener la capacidad de dar una respuesta personal, traducida en obras sobre lo que se nos ha encomendado. La responsabilidad en el caso del supervisor será por lo tanto la medida en que responda a la confianza que la empresa deposita en él al entregarle un puesto y una misión a realizar.

Se ha dividido responsabilidad en tres componentes principales que son:

- 1) DISPUESTO A HACER ACEPTAR RESPONSABILIDADES: Una de las quejas principales de muchos directores de empresa no se refiere a los conocimientos de sus ejecutivos y subordinados si no mas que nada a su resistencia a aceptar responsabilidades.

Cuando se hablo de la vocación, vimos que es indispensable tener un gran deseo de ascender. Pero si aspiramos a llegar a los puestos más altos, tendremos que afrontar la responsabilidad que tal puesto lleva consigo, ya que nadie puede progresar sino esta dispuesto a contraer cada vez mayor responsabilidad.

Si no existe esa disposición a aceptar responsabilidades, las personas se hacen descuidadas y negligentes, su impulso para la acción disminuye y se pierde su iniciativa.

- 2) EFECTIVIDAD: La eficiencia del individuo, principalmente de un supervisor, esta ligada en gran parte de su capacidad de llevar a cabo su cometido sin necesidad de una constante y estrecha supervisión, ya que, si para poder obtener cumplimiento de cada uno de los empleados de un negocio, tuviéramos que ponerle un

supervisor, simplemente estaríamos duplicando las nominas del personal.

Podremos decir que efectividad en una empresa es cuando estamos seguros que ejecutara lo que se le ha encomendado y resolverá los problemas imprevistos que se le presenten, sin necesidad de acudir de inmediato a su superior.

- 3) COOPERATIVO: Nuestra responsabilidad ante la empresa, no se concreta al cumplimiento de nuestras propias funciones únicamente. Como supervisores nuestro deber es vigilar de la buena marcha del negocio en general, lo cual implica que debe trabajarse en equipo.

Sin embargo, por no comprender la importancia del trabajo en equipo, algunos supervisores no se muestran cooperativos y tienden a tomar actitudes individualistas, que no tendrán nada en común con las tomadas por sus compañeros, siendo lo mas probable que haya división y oposición de esfuerzos dentro de la empresa.

Deponiendo esa actividad individualista se podrá obtener un verdadero trabajo en equipo, que dará por resultado más armonía, coordinación de

esfuerzos y conciencia de unidad en toda la empresa.

**RESUMEN:**

La responsabilidad es una actitud razonada, consiente, que asume voluntariamente una persona para cumplir con sus deberes. El experto en relaciones humanas Lic. Guzmán Valdivia dijo "EL EJECUTIVO SE HACE EN MEDIDA QUE ADQUIERE CONCIENCIA DE SU RESPONSABILIDAD".

**4.4.6 DINAMISMO.**

El verdadero dinamismo no debe confundirse con "activismo sin resultado". Ser dinámico consiste en ser productivo constantemente. La formula de conseguirlo es actuando conforme a los tres componentes principales que integran este factor básico.

I. EMPUJE Y ENTUSIASMO: Tener empuje significa ser una fuente de energía para desarrollar actividades aprovechando al máximo sus esfuerzos, produciendo resultados positivos. Un supervisor dinámico posee empuje vital que lo mueve a hacer cosas, no puede permanecer inactivo nunca; pone

su energía en cuanto trabajo acomete. Tiene grandes dosis de vitalidad y buen estado de salud física y mental.

II. RAPIDEZ EN SU TRABAJO: Signo de buen supervisor, es la prontitud con que lleva a cabo sus cometidos, cuidando desde luego, de no caer en los siguientes extremos;

- Trabajar a la carrera, cometiendo errores y teniendo que volver a hacer el trabajo.
- Ser superficial por querer terminar pronto.
- Querer hacer mas cosas de las que realmente puede llevar a cabo.

III. PERSISTENCIA: Para que el dinamismo sea efectivo, debe producir resultados y ningún trabajo es productivo hasta que este terminado. De nada nos servirá tener metas, si no cuidas llevarlas a cabo totalmente.

Un buen supervisor deberá perseverar e insistir constantemente en sus objetivos, asegurándose de que haya continuidad en todos los trabajos a su cargo.



**RESUMEN:**

El dinamismo no se mide por el tiempo que dedique al trabajo, si no por la prontitud, eficiencia y productividad con que lo haga.

**4.6.7 COMUNICACIÓN.**

La comunicación es un proceso por el cual una persona hace que otra comprenda sus ideas y las acepte. Para conseguir lo antes mencionado, todo supervisor debe tomar en cuenta los cinco componentes principales de la buena comunicación.

- 1. FACILIDAD DE EXPRESIÓN:** Una de las cualidades mas necesarias para el supervisor es saber expresar sus ideas en forma clara y concisa a fin de evitar confusiones y malas interpretaciones, para lo cual es conveniente tomar muy en cuenta las siguientes recomendaciones.

- ✓ Sea breve y concreto, vaya directamente al punto de lo que quiere expresar.
- ✓ Utilice un lenguaje apropiado, evitando el uso de palabras rebuscadas.

✓ Asegúrese finalmente de que le entendieron.

2. SABER ESCUCHAR: Una de las mayores cualidades que debe poseer una persona es el saber escuchar. Esta es una de las mejores maneras de adquirir información y nuevas ideas.

Estudios realizados comprueban que los ejecutivos, en promedio utilizan el 40% de su tiempo para escuchar. Sin embargo, las pruebas realizadas demostraron que los supervisores sin entrenamiento se reducen a solo un 25% de eficiencia, por falta de concentración cuando otra persona le esta hablando, o bien por un erróneo concepto de considerar que no es importante escuchar los puntos de vista de otras personas.

3. INFORMACION EFECTIVA A TODOS LOS NIVELES: La comunicación debe establecerse en una forma adecuada entre todos los niveles de una empresa, bajo una atmosfera de cordialidad, entendimiento y respeto; así como mantenerse coordinada y efectiva en toda la organización, definiendo su dirección para evitar el salvar conductos y pueda llegar esta comunicación a las personas a quienes corresponda.

Como bases de un buen sistema de comunicación, asegúrese que la información proporcionada es veraz, compleja e importante.

4. **HAMABILIDAD PARA HABLAR EN PUBLICO:** Todo supervisor tiene que saber expresarse adecuadamente ante grupos relativamente numerosos, ya sea en reuniones con sus subordinados o ante las presencia de sus superiores.

Por lo anterior resulta de gran importancia para todo supervisor dinámico poder desechar sus temores o cohibiciones naturales y estar dispuesto a tomar la palabra ante cualquier grupo de personas.

Una preparación practica constante para estar en condiciones de actuar adecuadamente, sin menoscabo de su personalidad.

5. **PODER DE PERSUACIÓN:** Es la habilidad para vender sus ideas y hacer que otros las compren, convencidos de que las aceptaron por su gusto y no por presión, obteniendo así que la gente piense y actué como deseamos.

El supervisor debe ser capaz no solamente de originar buenas ideas y planes, si no que debe ser hábil para venderlos. Para contar con poder de persuasión, es conveniente considerar las siguientes recomendaciones.

- ✓ Tenga seguridad en si mismo y en sus ideas.
- ✓ Descubra lo que otros desean y sus necesidades, así las personas lo escucharan con mayor interés y atención.
- ✓ Demuestre a las personas sus necesidades y hágales ver los beneficios que ellos pueden obtener con sus planes o ideas.
- ✓ Ejemplifique con casos que demuestren y confirmen la nobleza de los beneficios.
- ✓ Use palabras dinámicas que muevan a la acción.

**RESUMEN:**

La comunicación no es solo expresión de ideas, si no comprensión y entendimiento.

**TECNICAS DE COMUNICACIÓN.**

I. PREGUNTAS HABIERTAS: Las preguntas abiertas son aquellas que no pueden ser contestadas "si" o "no". Son preguntas que invitan a una verdadera expresión de opinión, ya sean favorables o desfavorables a su punto de vista.

EJEMPLO: "que piensa usted de esto?" "Que le parece esto...?"

*Las ventajas de usar preguntas abiertas son:*

a) Muestran su interés hacia la otra persona (todos nos sentimos alagados cuando nos piden nuestra opinión). Esto los hace sentirse importantes.

b) Al preguntarle su parecer. Lo hace pensar en el plan.

c) Le permite a usted conocer lo que piensa, sus objeciones al plan dándole una base para manejar sus argumentaciones y llegar a un acuerdo.

II. REFLEXIÓN: Escúchelo atenta y sinceramente en una pregunta lo que la otra persona esta tratando de decirle o parece sentir ("Usted cree que este plan será muy costo?", "considera que el plan

tomara gran parte de su tiempo?") Esta técnica le proporcionara las siguientes ventajas:

- ✓ Evita discusiones, puesto que usted ni contradice y ni acepta lo que el a dicho.
- ✓ Muestra a la otra persona que usted entendi6 lo que 6l dijo.
- ✓ Si su interlocutor ha sido il6gico, a menudo notara mejor su error si usted consigue que 6l cambie sus puntos de vista por si mismo, esto le evitara a usted entrar en pol6micas.
- ✓ Ayudara a que el aclare sus propias ideas.

III. PREGUNTAS DIRECTAS: Son preguntas que solicitan mayor explicaci6n sobre un punto en particular. ("cuanto tiempo cree usted que llevaria hacerlo?" 6 " cual cree usted que seria el ahorro que obtendr6mos?").

El uso de las preguntas directas le proporcionara los siguientes beneficios:

- a) Le dar6n a usted mayor informaci6n, sobre los puntos que usted necesite.

b) Harán más factible llegar a un acuerdo, ya que mientras mas se profundice sobre un área de acuerdo, esta resultara menos importante.

c) Al concentrar a la otra persona en factores positivos, encontrara ventajas para aceptar el plan.

#### **RESUMEN:**

Las investigaciones han demostrado que el acto de demostrar temores, dudas u objeciones, juega un papel importante en que estos sean vencidos. Debemos por lo tanto usar técnicas que animen a la otra persona a continuar expresándose hasta que sus temores desaparezcan y podamos proceder a obtener su aceptación.

#### **4.4.8 CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIAS.**

Debe tomarse muy en cuenta, como habilidades importantes, tanto el conocimiento técnico como la experiencia, ya que es un complemento necesario para formar a un supervisor. Los componentes principales de este factor son:

I. ESTUDIOS REALIZADOS: El estudio da mayores bases para desarrollar con éxito un trabajo y cada día se hace más necesario por la complejidad de los negocios modernos que requieren una mayor preparación para destacar de los demás.

Todo supervisor debe acrecentar continuamente sus conocimientos para mantenerse al tanto de procedimientos o sistemas modernos. Con mayor fondo de conocimientos adquiridos y bien aprovechados, mayor será la eficiencia en el proceso productivo.

II. CULTURA GENERAL: Dentro de nuestros trabajos debemos tratar con todo tipo de personas, por lo que se requiere de una amplia cultura general para poder sostener una conversación que pueda llevarnos a concluir nuestro objetivo y para ganar la simpatía de la gente.

III. CONOCIMIENTOS ESPECIFICOS DEL NEGOCIO: Un buen supervisor debe conocer lógicamente todo aquello que tiene relación con las funciones de su puesto, a fin de poder manejar con desahogo todas las situaciones que se presenten. Pero independientemente de lo anterior, debe poseer suficientes conocimientos específicos



relacionados con los demás departamentos de la empresa para que sus decisiones sean acertadas en beneficio de si mismo y de la empresa en general.

IV. EXPERIENCIA EN SU RAMO: El supervisor no podrá considerarse completo si únicamente cuenta con conocimientos teóricos, basado solamente en estudios realizados o libros leídos. Los estudios y conocimientos teóricos pueden darnos normas para llegar a tal o cual resultado, pero solo la experiencia nos dará la clave para aplicar tales técnicas con mayores posibilidades de acierto.

V. RESULTADOS EN PUESTOS ANTERIORES: Uno de los medios más efectivos para conocer la capacidad verdadera de una persona, es revisar los resultados obtenidos en puestos anteriores tanto en el propio negocio como en los otros, lo cual nos dará indicaciones sobre su sentido de responsabilidad, eficiencia, lealtad, empuje, etc... son características que deben tomarse en cuenta en toda valuación. Es importante desde luego, revisar estas actuaciones anteriores a fondo, sin dejarse llevar por resultados aparentes.

**RESUMEN:**

El individuo nace con determinadas cualidades y se hace más efectivo gracias a sus experiencias, sus estudios y adquisición de conocimientos especializados.

#### **4.4.9 ORGANIZACIÓN MENTAL.**

La organización mental es un factor sumamente importante, por que el supervisor tiene que planear en su trabajo y desde luego trabajar su plan.

El supervisor debe contar con una organización mental muy por encima de lo considerado como término medio, pues de otra manera no podrá aprovechar al máximo las facultades de que dispone.

Para el estudio de organización mental, podremos basarnos en cinco componentes principales:

1. MADUREZ DE JUICIO: La madurez de juicio es la habilidad para formar una opinión solida mediante el uso del sentido común, para llegar a conclusiones lógicas.

Podemos en forma breve describir las madurez de juicio como: Saber jerarquizar el orden de las cosas; aprovechando nuestras experiencias y ver con realidad y serenidad. Para esto se requiere

de un buen equilibrio mental y estabilidad emocional, a fin de que nuestros razonamientos no se dejen influenciar por emociones del momento, ni se basen en ilusiones.

2. HABILIDAD ANALÍTICA: La habilidad analítica consiste en saber llegar al fondo de un propósito descubriendo todos los datos pertinentes, buscando una valuación del merito relativo de cada uno.

Ante cada situación que se nos presente usemos el proceso analítico recomendado por el famoso escritor ingles Rudyard Kipling que dijo: "Tengo seis fieles sirvientes, a ellos debo cuanto se. Y ellos son; Cómo? Cuándo? Quien? Que? Donde? Y Por qué? ".

Enfrentemos cada situación con este "Proceso Kipling" y estaremos seguros de haber explorado todos los pormenores, haciendo así un verdadero y exhaustivo análisis.

3. HABILIDAD PARA PLANEAR: De acuerdo con su experiencia y con el resultado de sus análisis efectuados; debe fijarse un objetivo principal para alcanzar, mediante la conquista de metas parciales. Es decir, tener metas a corto plazo.

De acuerdo con sus metas establecidas, formule sus programas de trabajo. Aquí vuelve a necesitarse el proceso analítico a fin de poder conocer de antemano los resultados que se obtendrán con tal programa de trabajo.

Nunca se precipite. No adopte de inmediato el primer plan que se le venga a la cabeza. Puede ser bueno, pero puede haber otros mejores. Tenga siempre en mente varias alternativas para resolver sus problemas. Podemos encontrar algo mas efectivo, recuerde "SIEMPRE HAY UNA FORMA DE HACER MEJOR LAS COSAS".

4. HABILIDAD PARA ORGANIZAR: La habilidad de organizar es necesaria para cumplir con los objetivos ya establecidos en la planeación, adaptando normas que faciliten su ejecución, tales como:

- ✓ Definiendo actividades y puestos para evitar duplicación de esfuerzos.
- ✓ Detallando las formas de hacer las cosas, dándoles un orden lógico.

- ✓ Siendo oportunos, ya que sus planes darán mejor resultado si se llevan a cabo en el momento adecuado.
- ✓ Estableciendo sistemas de control para poder verificar resultados y corregir oportunamente todo aquello que se salga de la norma.

5. RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS: La mejor forma de resolver un problema es evitándolo. Debe tenerse visión suficiente para anticiparse a todo tipo de contingencias: pero cuando a pesar de su previsión, se le presente un problema, atáquelo de inmediato con decisión y sin temor alguno al fracaso, haciendo uso de su buen juicio y aptitudes analíticas.

RESUMEN: Para un supervisor dinámico no es suficiente tener gran capacidad mental; se requiere poseer un pensamiento organizado.

#### **4.4.10 DON DE MANDO.**

Don de mando es la habilidad para hacer que la gente desempeñe su trabajo gustosamente. Es saber ganarse la confianza y la cooperación de sus subordinados. Se

recomienda tomar en cuenta en este factor básico los siguientes componentes principales:

I. HACERSE RESPETAR: Su éxito como líder dependerá mucho de que lo acepten a usted como persona, tanto como jefe de subordinados. Para esto, se requiere que reconozcan en usted a un verdadero Dirigente, del cual se sientan orgullosos de tenerlo por jefe. Es necesario que sus subordinados tengan plena confianza en las decisiones que usted toma. Ningún empleado sentirá admiración por un jefe que se muestra tímido, indeciso, falto de confianza en si mismo.

Otro factor importante que debe tomarse en cuenta, es el saber ser justo e imparcial con sus subordinados. Esto no es tan sencillo ya que el supervisor esta en contacto directo con su personal y es susceptible a cobrar aprecio especial a alguno, mala voluntad a otro, etc... por lo que se requiere un gran sentido de equidad.

Para obrar con justicia e imparcialidad con los subordinados tómesese en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Trato humano a los subordinados.

- Reconocer méritos del personal.
- No tener preferencias entre los empleados.
- Saber escuchar sus quejas.
- Su ejemplo de "Buen supervisor" debe ser en todas sus actividades, tanto en la empresa como en su comunidad, lo cual le dará un mayor prestigio.

II. CRITERIO PARA EVALUAR GENTE: Todos nosotros estamos midiendo continuamente a la gente hacemos conclusiones sobre nuestros amigos, nuestros familiares personas con las que trabajamos, de las que buscamos contacto social y actividades de negocios. A menudo nuestros juicios son hechos a la ligera y sin fundamento, o basados en informaciones mínimas, por consiguiente algunas veces nuestras conclusiones son simples conjeturas o presentimientos que no podemos realmente justificar.

Un supervisor dinámico debe ser más cuidadoso. La diferencia entre el éxito y el fracaso puede depender de nuestra habilidad para evaluar personas. Cuando hacemos juicios equivocados,

nuestros errores pueden perjudicar a nosotros mismos, a nuestra compañía o a la persona a quien estamos juzgando.

III. DESARROLLO DE SUBORDINADOS: Obligación de un supervisor es desarrollar a sus subordinados, proporcionándoles los medios de entrenamiento adecuados, ya que cuanto mejor preparado este su equipo de colaboradores, tanto mejor será la ayuda que le presten para cumplir con sus objetivos y metas de trabajo.

Algunos "jefes" en lugar de buscar el desarrollo de sus subordinados, desgraciadamente les niegan toda oportunidad de prepararse para hacer un mejor trabajo, tal vez por que no saben como capacitar a su personal o simplemente por el temor de que sus subordinados lleguen a quitarles el puesto. La verdad es que un jefe puede dejar de ascender por no tener preparado a un subordinado para tomar su puesto actual, con lo cual ambos salen perjudicados.

IV. DELEGAR FUNCIONES Y AUTORIDAD: Pocos supervisores tienen el valioso don de saber delegar responsabilidades oportunamente, en consecuencia



aliviándose de la sobrecarga de trabajo que pesa sobre ellos.

Al no delegar surge una acumulación de trabajos, requiriéndose un mayor esfuerzo para realizarlos y dando por resultado un mayor agotamiento en consecuencia menor productividad.

- V. MOTIVAR A SUBORDINADOS: Si ya tenemos ganado el respeto del personal, los hemos evaluado apropiadamente, se ha proyectado su desarrollo y ya se le delego parte de sus problemas, todo lo que necesitamos ahora es "alentar su empuje" para que se mantenga en acción productiva.

# *Resumen.*

El problema fue encontrar formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones. Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- 1) Cantidad. El volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea. Esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- 2) Equilibrio. Los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- 3) Continuidad. Deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles, etc., y la prevención de fallas de equipo.

## *Conclusión.*

El estudio facilitó el proceso de aprendizaje tanto en causas de los desperdicios, como en las posibles acciones correctivas.

Uno de los más significantes logros sobre la implementación del método fue el acceso inmediato y claro por parte de los administradores de la producción y tasas de productividad. Éstos, miran más los niveles de productividad que las cantidades de desperdicios (posiblemente asociando unos con otros).

No se dejó de lado la necesidad de capacitación del personal en el acopio de datos, y la necesidad de la mejora continua. Esta última implica un cambio en la actitud de los administradores quienes suelen mirar más la verificación (sobre hechos consumados), que el monitoreo (sobre acciones en proceso). Ello conduce a la necesidad de visualizar los desperdicios desde la planeación de la producción, así como los siguientes resultados:

- ❖ Involucramiento del personal cuyo trabajo está siendo estudiado.
  
- ❖ Tratamiento rápido y flexible que permita la intervención en el proceso antes de que acabe.
  
- ❖ Identificación de problemas junto con propuestas de solución con herramientas simples y flexibles.

# *Glosario de términos.*

## Acero:

El acero es una aleación de hierro y carbono (máximo 2.11% de carbono), al cual se le adicionan variados elementos de aleación, los cuales le confieren propiedades mecánicas específicas para su diferente utilización en la industria.

## Adherencia:

Es la fuerza física que se opone a la separación de dos cuerpos puestos en contacto íntimo y se debe a la atracción mutua de las moléculas. Cuando se trata de dos cuerpos sólidos, aumenta con el pulido y las dimensiones de la superficie de contacto.

## Aislamiento:

El aislamiento eléctrico se produce cuando se cubre un elemento de una instalación eléctrica con un material que no es conductor de la electricidad, es decir, un material que resiste el paso de la corriente a través del elemento que recubre y lo mantiene en su trayectoria a lo largo del conductor.

Anticorrosivo:

Pintura formulada con un pigmento resistente a la herrumbre como plomo cromado o zinc cromado, y un adhesivo químico y resistente a la humedad; empleado para protegerlas superficies de acero y de hierro.

Balanceo de recursos:

Enfocar correctamente los recursos de una empresa tanto el factor humano, maquinaria, materia prima e instalaciones.

Benchmark:

El benchmark es una técnica utilizada para medir el rendimiento de un sistema o componente del mismo.

Cadena de producción:

La producción en cadena, producción en serie o fabricación en serie fue un proceso revolucionario en la producción industrial cuya base es la cadena de montaje; una forma de organización de la producción que delega a cada trabajador una función específica y especializada en máquinas también más desarrolladas.

Calidad:

La calidad puede definirse como la conformidad relativa con las especificaciones, a lo que al grado

en que un producto cumple las especificaciones del diseño, entre otras cosas, mayor su calidad

Ciclo de tiempo:

La cantidad total de tiempo que se requiere para completar un proceso.

Cizalla:

Herramienta para cortar en frío planchas de metal

Conductores eléctricos:

Los conductores eléctricos son hilos de metal (cobre o aluminio) que se utilizan para conducir la corriente eléctrica.

Corrosión:

Se usa el término oxidación ó aherrumbramiento para indicar la corrosión del hierro y de aleaciones en las que éste se presenta como la meta.

Costo:

Tener un precio o un valor determinado.

Cuellos de botella:

Es el recurso que menor velocidad de producción tiene en un proceso productivo en serie, puede ser una maquina, un proceso manual o un equipo de manejo de

materiales lento que transporta subproductos o materia prima de una maquina a otra.

Deformación plástica:

Es la que es la que no se recupera al cesar la carga aplicada. Esta deformación se produce porque se ha forzado la distancia interatómica y las uniones atómicas se han roto, por lo que no hay ninguna fuerza que tienda a recuperar la situación anterior. Los átomos se desplazan en su posición, sin que haya cambio volumétrico pero sí de forma.

Desengrasante:

Producto usado para quitar la grasa.

Desperdicio:

Se llama desperdicio a cualquier ineficiencia en el uso de equipo, material, trabajo, o capital en cantidades que son consideradas como necesarias en la producción de una construcción. Incluye tanto la incidencia de material perdido y la ejecución de trabajo innecesario, lo que origina costos adicionales y no agrega valor al producto. El originar costos y no generar valor, es la base del concepto de desperdicio.



Eficiencia:

"Capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles". Aplicable preferiblemente, salvo contadas excepciones a personas y de allí el término eficiente.

Eficacia:

"Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera, sin que priven para ello los recursos o los medios empleados". Esta es una acepción que obedece a la usanza y debe ser revaluada por la real academia; por otra parte, debe referirse más bien a equipos.

Efectividad:

"Cuantificación del logro de la meta". Compatible el uso con la norma; sin embargo, debe entenderse que puede ser sinónimo de eficacia cuando se define como "Capacidad de lograr el efecto que se desea".

Elemento:

Es una parte esencial y definida de una actividad o tarea determinada compuesta de uno o más movimientos fundamentales del operario y de los movimientos de una máquina o las fases de un proceso seleccionado para fines de observación y cronometraje.

Embebido (en concreto):

Absorber un cuerpo solido en otro líquido.

Embutido:

Se realiza para la fabricación de elementos huecos a partir de Planchas de acero u otros metales y resulta el más económico con respecto a la fabricación de maquinas herramientas o colado.

Esfuerzo:

En física e ingeniería, se denomina esfuerzo al valor de la distribución de fuerza por unidad de área en el entorno de un punto material dentro de un cuerpo material o medio continuo.

Estandarizar:

Estandarizar es establecer normas, reglamentos y procedimientos, que señalan como hacer ciertas cosas, para mantener un ambiente adecuado de trabajo.

Estudio de tiempos:

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

Estudio de movimientos:

Análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.

Elemento de trabajo:

Por ejemplo "tomar desarmador y apretar tornillo de soporte" es un elemento de trabajo, mientras que "tomar desarmador" no lo es.

Evento Kaizen:

Un evento Kaizen es una cadena de acciones realizadas por equipos de trabajo cuyo objetivo es mejorar los resultados de los procesos existentes.

Flujo de materiales:

Representa los elementos dentro de la fábrica que se van a mover, ya sea; Materiales, Hombre, Equipos y Documentos, produciendo en definitiva un bien o un servicio.

Un flujo efectivo significa que los materiales se mueven progresivamente a través del proceso, siempre avanzando hasta su culminación y sin desvíos excesivos o retiros.

Fosfato:

Los fosfatos son las sales o los ésteres del ácido fosfórico.

Galvanizado:

Es aquel que se obtiene luego de un proceso de recubrimiento de varias capas de la aleación de hierro y zinc.

Ionización:

Es el fenómeno químico o físico mediante el cual se producen iones, son átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutro.

Inventarios:

En exceso o innecesarios que conduce a pérdidas de material (por deterioro, condiciones inadecuadas, robo, vandalismo) y pérdidas monetarias por capital sin uso. Resultante de falta de planeación y desconocimiento de las cantidades necesarias.

Just in time:

(JIT), literalmente quiere decir "Justo a tiempo". Es una filosofía que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción. Se trata de entregar materias primas o componentes a la línea de

fabricación de forma que lleguen "justo a tiempo" a medida que son necesarios.

Jerarquía de la línea:

Debe introducir la jerarquía de la línea (es decir, la línea de cabecera de la jerarquía de la línea) en la versión de fabricación de la planificación de secuencia de materiales para que, cuando se acceda a la programación de la secuencia, el sistema determine los materiales a planificar, utilizando la versión de fabricación.

Línea de ensamble:

Una versión de una distribución orientada al producto es una línea de fabricación; otra es una línea de ensamble. La línea de fabricación construye componentes, tales como llantas para automóvil o partes metálicas para un refrigerador, en una serie de máquinas. Una línea de ensamble junta las partes fabricadas en una serie de estaciones de trabajo.

Materia prima:

Se conocen como materias primas a la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.

Movimiento:

Innecesarios o ineficientes hechos por los trabajadores. Involucra uso inadecuado de equipo, métodos de trabajo poco efectivos o deficiencias de arreglo del lugar de trabajo.

Muestreo del trabajo:

Es una técnica para determinar, mediante muestreo estadístico y observaciones aleatorias, el porcentaje de aparición de determinada actividad.

Normas:

Específicamente, una norma de calidad es una regla o directriz para las actividades, diseñada con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en el contexto de la calidad.

Óxido:

Son compuestos con elevado punto de fusión que se forman como consecuencia de la reacción de un metal con él oxígeno. Esta reacción es la que produce la corrosión de los metales al estar expuesto al oxígeno del aire.

Pintura electrostática:

La pintura electrostática, también conocido como "pintura en polvo," es utilizada comúnmente en la

industria del metal para crear un acabado uniforme y duradero en los metales.

Proceso:

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan entre sí, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

Procesamiento:

Relacionado directamente con la tecnología empleada en la realización de tareas o partidas específicas. En colocación de materiales.

Producto:

El producto es el resultado de un esfuerzo creador que tiene un conjunto de atributos tangibles e intangibles (empaque, color, precio, calidad, marca, servicios y la reputación del vendedor) los cuales son percibidos por sus compradores (reales y potenciales) como capaces de satisfacer sus necesidades o deseos.

Productividad:

Relaciona la producción con los recursos empleados para obtener dicha producción, expresado matemáticamente como:  $P = \text{producción}/\text{recursos}$ .

Producción de productos defectuosos:

El producto final no cumple los requerimientos de calidad. Podría conducir a re-trabajos, introducción de material innecesario por resanes. Debido a diseños y especificaciones pobres, carencia de planeación y control, falta de coherencia entre el diseño y la producción.

Propiedades mecánicas:

Elasticidad. Es la propiedad que tiene algunos materiales de soportar mucha tensión sin experimentar deformación permanente. Es decir, un material elástico es aquel que es difícil de formar permanente. Lo opuesto a elasticidad se denomina plasticidad y es la propiedad que tiene algunos materiales de sufrir deformación permanente con poca tensión. La elasticidad se relaciona con la tensión, no con la cantidad de deformación, y se mide en Megapascales.

- Rigidez. En la propiedad que tienen algunos materiales de necesitar mucha tensión para deformarse elásticamente. Lo contrario es flexibilidad que es la propiedad que tienen algunos materiales de deformarse elásticamente bajo pequeñas tensiones.
- Fragilidad. Es la propiedad que tienen algunos materiales de fracturarse antes que experimentar



deformación permanente. Lo contrario es ductilidad o maleabilidad, que son las propiedades que tienen algunos materiales de experimentar mucha deformación permanente bajo cargas de tracción o compresión respectivamente.

- Resistencia. Es la propiedad en algunos materiales de soportar mucha tensión antes de fracturarse. Lo contrario es la debilidad que es la propiedad que tienen algunos materiales de romperse bajo cargas pequeñas.
- Dureza. La dureza de un material es el resultado de muchas propiedades, entre ellas la resistencia a la compresión, el límite elástico, ductilidad y resistencia a la abrasión, por lo que es difícil de definir. La definición más adecuada de dureza es: la dureza es la oposición que realiza un material a ser penetrado, hendido o rayado. Para medir la dureza de un material se utiliza el durómetro o microdurómetro y consiste en medir la huella que se produce en el material al ser penetrado por un indentador duro.
- Resistencia al desgaste: El desgaste de un material es la pérdida de estructura superficial del mismo. El desgaste puede ser de origen

mecánico, debido al raspado de la superficie por sustancias abrasivas (desgaste abrasivo) o a tensiones intermitentes o microtraumatismos (desgaste por fatiga).

Policloruro de vinilo:

Ó PVC es un polímero termoplástico.

Punzón:

Es una herramienta de acero de alta dureza, de forma cilíndrica o prismática, con un extremo o boca con una punta aguda o una que al presionar o percutir sobre una superficie queda impreso en troquel.

Punzonadora:

El punzonado en Punzonadora de CNC es una operación mecánica automatizada con la cual mediante herramientas especiales (punzones) aptas para el corte se consigue realizar agujeros en chapas (separar una parte metálica de otra obteniéndose una figura determinada).

Sobre producción:

Una cantidad mayor que la requerida o antes de tiempo. Incluye desperdicios de materiales, horas de trabajo o uso de equipo. Produce inventarios de productos sin terminar o aún su pérdida.

Smed:

En gestión de la producción, SMED es el acrónimo de Single-Minute Exchange of Die: cambio de herramienta en un solo dígito de minutos. Este concepto introduce la idea de que en general cualquier cambio de máquina o inicialización de proceso debería durar no más de 10 minutos, de ahí la frase single minute.

Stocks:

Es una voz inglesa que se usa en español con el sentido de existencias.

Sustitución:

Corresponde al desperdicio de dinero al emplear material más caro que otro de igual desempeño. O de tareas simples por un trabajador calificado. O uso innecesario de un equipo sofisticado.

Tiempo improductivo:

Tiempos muertos por falta de sincronización y disponibilidad de materiales. O tasa de producción en

diferentes grupos o equipos. Demoras por carencia de materiales, o falta de espacio para trabajo.

Trabajo estándar:

Implica a los líderes de las líneas de producción estableciendo procedimiento de trabajo normalizados para sus propios equipos humanos de trabajo al mismo tiempo, gente haciendo las cosas de acuerdo a los lineamientos establecidos. Representa la revisión continua de los procedimientos de trabajo, a fin de lograr el mejoramiento de la eficiencia, calidad y condiciones del trabajo.

Transporte:

En el movimiento interno de material. Excesivo manipuleo. Uso de equipo inadecuado. Recorridos deficientes. Producto de un pobre trazado y carencia de planeación. Se pierden horas de trabajo, energía, espacio y de material durante el transporte.

Troquelado:

Proceso para dar forma a materiales sólidos, y en especial para el estampado de metales en frío.

---

---

# APÉNDICE A

---

---

**DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO.**

*INGENIERIA INDUSTRIAL*

CURSOGRAMA ANALITICO		OPERACIÓN / MATERIAL / EQUIPO		FECHA: 10 de junio 2011		
ELABORO: INGENIERIA INDUSTRIAL						
Resumen						
Objeto: ESTUDIO DE DUCTOS TIPO IR		ACTIVIDAD		proceso		
Actividad: Corte a trazo (tiras), Corte de conector a medida, Troquelado de slot, Troquelado de Embutido, Doble, Pintura y Ensamble. Método : Actual Lugar: AREA DUCTOS Operario(s): 218, 206, 217, 224, 257, 265, 251, 253, 328, 304, 332 Compuesto por: ING. INDUSTRIAL <i>ING. Benitez Perez Aaron Abelardo.</i>		operación	○	11	Indica las fases del proceso donde el producto cambia en la operacion	
		transporte	➔	6	Indica el movimiento de material, trabajadores y equipo	
		espera	⏸	3	Indica demora en el desarrollo de los hechos o actividad	
		inspeccion	□	0	Indica la inspección de calidad y/o verificación de la calidad	
		almacenamiento	▽	1	Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en el almacén	
Lugar: AREA DUCTOS		distancia (m)	126 metros			
Operario(s): 218, 206, 217, 224, 257, 265, 251, 253, 328, 304, 332		tiempo hrs hombre	8 horas			
Compuesto por: ING. INDUSTRIAL <i>ING. Benitez Perez Aaron Abelardo.</i>		MATERIAL	<i>Acero al Carbono</i>			
Descripcion <b>CONECTOR 2,5"</b>		cantidad (pzs)	distancia (m)	*tiempos de traslado (hh:mm:ss)	tiempo de operación (hh:mm:ss)	simbolo
						○ ➔ ⏸ □ ▽
almacenamiento de material						▽
acarreo de materia prima en carrito a maquina nº 1			2	00:00:40		➔
corte de cuadro						○
apilado de material				00:00:45		⏸
traslado a maquina Amada AC2510NT nº 193			10	00:02:30		➔
troquelado y corte de conector						○
apilado de material cortado a medida				00:00:04		⏸
traslado a maquina troqueladora nº F (manualmente)			11.5	00:00:50		➔
troquelado de embutido						○
apilado de material				00:00:12		⏸
traslado a maq. AMADA dobladora nº 195 (manualmente)			16.5	00:00:30		➔
doble de conector						○
apilado de material				00:00:18		⏸
espera de patin habilitado						⏸
traslado a pintura y horno			35	00:01:40		➔
espera en area designada						⏸
traslado a area de colgado						➔
colgado y pintado de conector						○
apilado de material		1	6	00:00:06		⏸
espera de carrito habilitado						⏸
traslado a area de ensamble			45	00:01:40		➔
Subtotal			126	00:07:50	00:01:25	
Total				00:09:15		
Ensamble de conector ---- El ensamble se detalla en un diagrama de proceso posterior						
*El Ensamble incluye las piezas que lo conforman, Tornillería, Etiqueta y Conector						
*El tiempo de traslado esta generalizado por lote de piezas y lamina						

F-II-001

**DIAGRAMA PROCESO DE FLUJO**

*INGENIERIA INDUSTRIAL*

CURSOGRAMA ANALITICO		OPERACIÓN / MATERIAL / EQUIPO		FECHA: 15/JUNIO/2011		
ELABORO: INGENIERIA INDUSTRIAL						
Diagrama num.		Hoja num. 2 de 3		Resumen		
Objeto: ESTUDIO DE DUCTOS TIPO IR		ACTIVIDAD		proceso		
Actividad: Corte a trazo (tiras), Corte de conector a medida, Troquelado de slot, Troquelado de Embutido, Doble, Pintura y Ensamble.		operación ○		11 Indica las fases del proceso donde el producto cambia en la operacion		
Método : Actual		transporte →		6 Indica el movimiento de material, trabajadores y equipo		
Lugar: AREA DUCTOS		espera □		3 Indica demora en el desarrollo de los hechos o actividad		
Operario(s): 218, 206, 217, 224, 257, 265, 251, 253, 328, 304, 332		inspeccion □		0 Indica la inspección de calidad y/o verificación de la calidad		
Compuesto por: ING. INDUSTRIAL		almacenamiento ▽		1 Indica depositó de un objeto bajo vigilancia en el almacén		
Operario(s):		distancia (m)		126 metros		
218, 206, 217, 224, 257, 265, 251, 253, 328, 304, 332		tiempo hrs hombre		8 horas		
Compuesto por: ING. INDUSTRIAL		MATERIAL		Acero al Carbono		
Descripcion <i>CONECTOR 4"</i>		cantidad (pzs)	distancia (m)	*tiempos de traslado (hh:mm:ss)	tiempo de operación (hh:mm:ss)	simbolo ○ → □ ▽
Almacenamiento de material						
acarreo de materia prima en carrito a maquina nº 1			2	00:00:40		2 personas
corte de cuadro						2 personas
apilado de material					00:00:45	
traslado a maquina Amada AC2510NT nº 193			10	00:02:30		1 persona
troquelado y corte de conector						1 persona
apilado de material cortado a medida					00:00:06	
traslado a maquina troqueladora nº F (manualmente)			11.5	00:00:50		1 persona
troquelado de embutido						
apilado de material					00:00:12	1 persona
traslado a maq. AMADA dobladora nº 195 (manualmente)			16.5	00:00:30		
doble de conector						
apilado de material					00:00:18	1 persona
espera de patin habilitado						
traslado a pintura y horno			35	00:01:40		1 persona
espera en area designada						
traslado a area de colgado						
colgado y pintado de conector						
apilado de material		1	6		00:00:06	1 persona
espera de carrito habilitado						
traslado a area de ensamble			45	00:01:40		1 persona
Subtotal			126	00:07:50	00:01:27	
Total				00:09:17		
Ensamble de conector ---- El ensamble se detalla en un diagrama de proceso posterior						
*El Ensamble incluye las piezas que lo conforman, Tornilleria, Etiqueta y Conector						
*El tiempo de traslado esta generalizado por lote de piezas y lamina						

**DIAGRAMA PROCESO DE FLUJO**

*INGENIERIA INDUSTRIAL*

CURSOGRAMA ANALITICO		OPERACIÓN / MATERIAL / EQUIPO		FECHA: AGOSTO DEL 2011																															
ELABORO: INGENIERIA INDUSTRIAL																																			
Diagrama num. Hoja num. 2 de 3		Resumen																																	
Objeto: ESTUDIO DE DUCTOS TIPO IR		<table border="1"> <tr> <th>ACTIVIDAD</th> <th>proceso</th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> <tr> <td>operación ○</td> <td>11</td> <td>Indica las fases del proceso donde el producto cambia en la operacion</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>transporte →</td> <td>6</td> <td>Indica el movimiento de material, trabajadores y equipo</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>espera □</td> <td>3</td> <td>Indica demora en el desarrollo de los hechos o actividad</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>inspeccion □</td> <td>0</td> <td>Indica la inspección de calidad y/o verificación de la calidad</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>almacenamiento ▽</td> <td>1</td> <td>Indica depositó de un objeto bajo vigilancia en el almacén</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				ACTIVIDAD	proceso				operación ○	11	Indica las fases del proceso donde el producto cambia en la operacion			transporte →	6	Indica el movimiento de material, trabajadores y equipo			espera □	3	Indica demora en el desarrollo de los hechos o actividad			inspeccion □	0	Indica la inspección de calidad y/o verificación de la calidad			almacenamiento ▽	1	Indica depositó de un objeto bajo vigilancia en el almacén		
ACTIVIDAD	proceso																																		
operación ○	11	Indica las fases del proceso donde el producto cambia en la operacion																																	
transporte →	6	Indica el movimiento de material, trabajadores y equipo																																	
espera □	3	Indica demora en el desarrollo de los hechos o actividad																																	
inspeccion □	0	Indica la inspección de calidad y/o verificación de la calidad																																	
almacenamiento ▽	1	Indica depositó de un objeto bajo vigilancia en el almacén																																	
Método : Actual																																			
Lugar: AREA DUCTOS		distancia (m)		126 metros																															
Operario(s): 218, 206, 217, 224, 257, 265, 251, 253, 328, 304, 332		tiempo hrs hombre		8 horas																															
Compuesto por: ING. INDUSTRIAL		MATERIAL		Acero al Carbono																															
Descripcion <i>CONECTOR 6"</i>	cantidad (pzs)	distancia (m)	*tiempos de traslado (hh:mm:ss)	tiempo de operación (hh:mm:ss)	simbolo					OBSERVACIONES																									
					○	→	□	□	▽																										
Almacenamiento de material																																			
acarreo de materia prima en carrito a maquina nº 1		2	00:00:40								2 personas																								
corte de cuadro											2 personas																								
apilado de material				00:00:45																															
traslado a maquina Amada AC2510NT nº 193		10	00:02:30								1 persona																								
troquelado y corte de conector											1 persona																								
apilado de material cortado a medida				00:00:07																															
traslado a maquina troqueladora nº F (manualmente)		11.5	00:00:50								1 persona																								
troquelado de embutido																																			
apilado de material				00:00:12							1 persona																								
traslado a maq. AMADA dobladora nº 195 (manualmente)		16.5	00:00:30																																
doblez de conector																																			
apilado de material				00:00:18							1 persona																								
espera de patin habilitado																																			
traslado a pintura y horno		35	00:01:40								1 persona																								
espera en area designada																																			
traslado a area de colgado																																			
colgado y pintado de conector																																			
apilado de material	1	6		00:00:06							1 persona																								
espera de carrito habilitado																																			
traslado a area de ensamble		45	00:01:40								1 persona																								
Subtotal		126	00:07:50	00:01:28																															
Total				00:09:18																															
Ensamble de conector ---- El ensamble se detalla en un diagrama de proceso posterior																																			
*El Ensamble incluye las piezas que lo conforman, Tornileria, Etiqueta y Conector																																			
*El tiempo de traslado esta generalizado por lote de piezas y lamina																																			

F-II-001



		<b>DIAGRAMA PROCESO DE FLUJO</b>					
		<i>INGENIERIA INDUSTRIAL</i>					
CURSOGRAMA ANALITICO OPERACIÓN / MATERIAL / EQUIPO		FECHA: AGOSTO DEL 2011					
ELABORO: INGENIERIA INDUSTRIAL							
Diagrama num. Hoja num. 1 de 3		Resumen					
Objeto: ESTUDIO DE DUCTOS TIPO IR		ACTIVIDAD		proceso			
Actividad: Corte a cuadro, Corte de ducto y tapa, Troquelado de knockout, punta y bisagras, ranura, Doble, Pintura.		operación	○	10	Indica las fases del proceso donde el producto cambia en la operacion		
		transporte	➔	7	Indica el movimiento de material, trabajadores y equipo		
		espera	⏸	5	Indica demora en el desarrollo de los hechos o actividad		
		inspeccion	□	0	Indica la inspeccion de calidad y/o verificacion de la calidad		
		almacenamiento	▽	1	Indica deposito de un objeto bajo vigilancia en el almacen		
Método : Actual							
Lugar: AREA DUCTOS		distancia (m)		125 metros			
Operario(s): 218, 206, 217, 224, 257, 265, 235, 251, 328, 304, 332		tiempo hrs hombre		8 horas			
Compuesto por: ING. INDUSTRIAL		MATERIAL		Acero al Carbono			
Descripcion		cantidad (pzs)	distancia (m)	*tiempos de traslado (hh:mm:ss)	tiempo de operacion (hh:mm:ss)	simbolo	OBSERVACIONES
<i>CUERPO DE DUCTO Y TAPA TIPO IR 2.5"</i>						○ ➔ ⏸ □ ▽	
Almacenamiento de materia prima						○	
traslado de materia prima en carrito a maquina n°1		1	2	00:00:40		➔	2 personas
corte a cuadro de lamina					00:00:45	⏸	2 personas
apilado de material cortado						□	
traslado a mesa de cizalla			4	00:01:30		➔	
corte a trazo (cuerpo de ducto)					00:00:30	⏸	
corte a trazo (cuerpo de tapa)					00:00:38	⏸	2 personas
espera de patin habilitado						⏸	
traslado a maquina AMADA n°193			10	00:02:30		➔	1 persona
troquelado de nokaut, puntas y bisagras					00:00:54	⏸	
troquelado de ranura de tapa					00:00:15	⏸	1 persona
espera de patin habilitado						⏸	
traslado a la maquina dobladora n°195		1	35	00:03:00		➔	1 persona
doblez de ducto					00:00:13	⏸	
doblez de tapa					00:00:10	⏸	1 persona
espera de patin habilitado						⏸	
traslado a pintura y horno			35	00:03:00		➔	1 persona
espera en area designada						⏸	
traslado a area de colgado		1	6	00:00:25		➔	
colgado y pintado de ducto con tapa						⏸	
apilado de material					00:00:45	□	2 personas
espera de patin habilitado						⏸	
traslado al área de ensamble			33	00:03:30		➔	1 persona
Subtotal			125	00:14:35	00:04:10		
TOTAL					00:18:45		
Ensamble de ducto ----- El ensamble se detalla en un diagrama de proceso posterior							
*El tiempo de traslado esta generalizado por lote de piezas y lamina							

**DIAGRAMA PROCESO DE FLUJO**  
*INGENIERIA INDUSTRIAL*

CURSOGRAMA ANALITICO OPERACIÓN / MATERIAL / EQUIPO FECHA: SEPTIEMBRE DEL 2011

ELABORO: INGENIERIA INDUSTRIAL

Diagrama num. Hoja num. 1 de 3

Objeto: ESTUDIO DE DUCTOS TIPO IR	Resumen	
	ACTIVIDAD	proceso
operación	○	10 Indica las fases del proceso donde el producto cambia en la operacion
transporte	➔	7 Indica el movimiento de material, trabajadores y equipo
espera	⏸	5 Indica demora en el desarrollo de los hechos o actividad
inspeccion	□	0 Indica la inspeccion de calidad y/o verificacion de la calidad
almacenamiento	▽	1 Indica deposito de un objeto bajo vigilancia en el almacen
Lugar: AREA DUCTOS	distancia (m)	125 metros
Operario(s): 218, 206, 217, 224, 257, 265, 251, 253, 328, 304, 332	tiempo hrs hombre	8 horas
Compuesto por: ING. INDUSTRIAL	MATERIAL	Acero al Carbono

Descripcion <i>CUERPO DE DUCTO Y TAPA TIPO IR 4"</i>	cantidad (pzs)	distancia (m)	*tiempos de traslado (hh:mm:ss)	tiempo de operacion (hh:mm:ss)	símbolo					OBSERVACIONES	
					○	➔	⏸	□	▽		
Almacenamiento de materia prima											
traslado de materia prima en carrito a maquina nº1	1	2	00:00:40								2 personas
corte a cuadro de lamina											
apilado de material cortado				00:00:45							2 personas
traslado a mesa de cizalla		4	00:01:30								
corte a trazo (cuerpo de ducto)				00:00:30							
corte a trazo (cuerpo de tapa)				00:00:38							2 personas
espera de patin habilitado											
traslado a maquina AMADA nº193		10	00:02:30								1 persona
troquelado de nokaut, puntas y bisagras				00:00:55							
troquelado de ranura de tapa				00:00:15							1 persona
espera de patin habilitado											
traslado a la maquina dobladora nº195	1	35	00:03:00								1 persona
doble de ducto				00:00:15							
doble de tapa				00:00:13							1 persona
espera de patin habilitado											
traslado a pintura y horno		35	00:03:00								1 persona
espera en area designada											
traslado a area de colgado	1	6	00:00:25								
colgado y pintado de ducto con tapa											
apilado de material				00:00:45							2 personas
espera de patin habilitado											
traslado al área de ensamble		33	00:03:30								1 persona
Subtotal		125	00:14:35	00:04:16							
TOTAL				00:18:51							

Ensamble de ducto ----- El ensamble se detalla en un diagrama de proceso posterior  
\*El tiempo de traslado esta generalizado por lote de piezas y lamina

**DIAGRAMA PROCESO DE FLUJO**

*INGENIERIA INDUSTRIAL*

CURSOGRAMA ANALITICO OPERACIÓN / MATERIAL / EQUIPO		FECHA: AGOSTO DEL 2011				
ELABORO: INGENIERIA INDUSTRIAL						
Diagrama num. Hoja num. 1 de 3		Resumen				
Objeto: ESTUDIO DE DUCTOS TIPO IR Actividad: Corte a cuadro, Corte de ducto y tapa, Troquelado de knockout, punta y bisagras, ranura, Doble, Pintura. Método : Actual	operación	10	Indica las fases del proceso donde el producto cambia en la operacion			
	transporte	7	Indica el movimiento de material, trabajadores y equipo			
	espera	5	Indica demora en el desarrollo de los hechos o actividad			
	inspeccion	0	Indica la inspeccion de calidad y/o verificacion de la calidad			
	almacenamiento	1	Indica deposito de un objeto bajo vigilancia en el almacen			
Lugar: AREA DUCTOS	distancia (m)	125 metros				
Operario(s): 218, 206, 217, 224, 257, 265, 251, 253, 328, 304, 332	tiempo hrs hombre	8 horas				
Compuesto por: ING. INDUSTRIAL	MATERIAL	Acero al Carbono				
Descripcion <i>CUERPO DE DUCTO Y TAPA TIPO IR 6"</i>	cantidad (pzs)	distancia (m)	*tiempos de traslado (hh:mm:ss)	tiempo de operacion (hh:mm:ss)	simbolo	OBSERVACIONES
Almacenamiento de materia prima					○	
traslado de materia prima en carrito a maquina n°1	1	2	00:00:40		→	2 personas
corte a cuadro de lamina				00:00:45	□	2 personas
apilado de material cortado					▽	
traslado a mesa de cizalla		4	00:01:30		→	
corte a trazo (cuerpo de ducto)				00:00:30	□	
corte a trazo (cuerpo de tapa)				00:00:38	□	2 personas
espera de patin habilitado					▽	
traslado a maquina AMADA n°193		10	00:02:30		→	1 persona
troquelado de nokaut, puntas y bisagras				00:00:56	□	
troquelado de ranura de tapa				00:00:15	□	1 persona
espera de patin habilitado					▽	
traslado a la maquina dobladora n°195	1	35	00:03:00		→	1 persona
doble de ducto				00:00:18	□	
doble de tapa				00:00:16	□	1 persona
espera de patin habilitado					▽	
traslado a pintura y horno		35	00:03:00		→	1 persona
espera en area designada					▽	
traslado a area de colgado	1	6	00:00:25		→	
colgado y pintado de ducto con tapa					□	
apilado de material				00:00:45	▽	2 personas
espera de patin habilitado					▽	
traslado al área de ensamble		33	00:03:30		→	1 persona
Subtotal		125	00:14:35	00:04:23		
TOTAL			00:18:58			
Ensamble de ducto ----- El ensamble se detalla en un diagrama de proceso posterior						
*El tiempo de traslado esta generalizado por lote de piezas y lamina						



		DIAGRAMA PROCESO DE FLUJO					
		INGENIERIA INDUSTRIAL					
CURSOGRAMA ANALITICO OPERACIÓN / MATERIAL / EQUIPO		FECHA: OCTUBRE DEL 2011					
ELABORO: INGENIERIA INDUSTRIAL							
Diagrama num. Hoja num. 3 de 3		Resumen					
Objeto: ESTUDIO DE DUCTOS TIPO IR		ACTIVIDAD proceso					
Actividad: Ensamble de todas las partes que componen el ducto		operación	○	10	Indica las fases del proceso donde el producto cambia en la operacion		
		transporte	➔	2	Indica el movimiento de material, trabajadores y equipo		
		espera	◐	3	Indica demora en el desarrollo de los hechos o actividad		
		inspeccion	□	1	Indica la inspeccion de calidad y/o verificacion de la calidad		
		almacenamiento	▽	1	Indica deposito de un objeto bajo vigilancia en el almacen		
Método : Actual							
Lugar: AREA DUCTOS		distancia (m)		58			
Operario(s): 218, 206, 217, 224, 257, 265, 251, 253, 328, 304, 332		tiempo hrs hombre		8			
Compuesto por: ING. INDUSTRIAL		Material		Acero al Carbono			
Descripcion # ENSAMBLE DE DUCTO TIPO IR 6"		cantidad (pzs)	distancia (m)	*tiempos de traslado (hh:mm:ss)	tiempo de operación (hh:mm:ss)	simbolo ○ ➔ ◐ □ ▽	OBSERVACIONES
colocación de cuerpo de ducto en mesa de ensamble						○	
colocación de etiqueta en cuerpo de ducto						○	
colocación de conector						○	
colocación de habilitado de tornilleria						○	
Amarre de conector y bolsita de tornilleria a cuerpo de ducto						○	
colocación de tapa en cuerpo de ducto						○	
embisagrado de tapa y ducto						○	
apilado de ducto (ya ensamblado)		1	4		00:02:30	➔	1 persona
inspección de calidad					00:08:00	□	depto de calidad
espera en contenedor de ducto						◐	
flejado de ductos con maquina n° 146						○	1 persona
apilado de paquete de ductos		1			00:01:30	➔	
espera de montacargas habilitado						◐	
traslado a almacen de ductos			4	00:02:30		➔	2 personas
almacenamiento de producto terminado						▽	
espera en almacen ductos						◐	
traslado a almacén general para distribución ó venta			50	00:03:30		➔	personal de almacén
SUBTOTAL			58	00:06:00	00:12:00		
TOTAL					00:18:00		
# El Ensamble incluye las piezas que lo conforman, Tornilleria, Etiqueta y Conector							
*El tiempo de traslado esta generalizado por lote de piezas y lamina							

**CORPORACION MANDRINKA S.A. DE C.V.**  
**TIEMPOS ESTANDAR ACTUALES DE CODOS TIPO IR**  
**EN ACERO AL CARBONO**

<b>Codo 45°</b>	Corte a cuadro (hh:mm:ss)	Troquelado canal (hh:mm:ss)	Troquelado laterales (hh:mm:ss)	Troquelado respaldo (hh:mm:ss)	Doble canal (hh:mm:ss)	Doble respaldo a 45° (hh:mm:ss)	Pintura y Horno (hh:mm:ss)	Machuelear canal (hh:mm:ss)	Machuelear respaldo (hh:mm:ss)	Ensamble (hh:mm:ss)	Tiempo Total (hh:mm:ss)
<b>2.5"</b>	00:00:45	00:00:04	00:00:14	00:00:05	00:00:15	00:00:17	00:00:07	00:00:15	00:00:30	00:02:45	0:05:17
<b>4"</b>	00:00:45	00:00:07	00:00:14	00:00:06	00:00:15	00:00:17	00:00:07	00:00:15	00:00:30	00:02:45	0:05:21
<b>6"</b>	00:00:45	00:00:06	00:00:16	00:00:09	00:00:15	00:00:17	00:00:09	00:00:15	00:00:30	00:02:45	0:05:27
<b>Codo 90°</b>	Corte a cuadro (hh:mm:ss)	Troquelado canal (hh:mm:ss)	Troquelado laterales (hh:mm:ss)	Troquelado respaldo (hh:mm:ss)	Doble canal (hh:mm:ss)	Doble respaldo a 90° (hh:mm:ss)	Pintura y Horno (hh:mm:ss)	Machuelear canal (hh:mm:ss)	Machuelear respaldo (hh:mm:ss)	Ensamble (hh:mm:ss)	
<b>2.5"</b>	00:00:45	00:00:03	00:00:10	00:00:07	00:00:15	00:00:17	00:00:07	00:00:15	00:00:30	00:02:45	0:05:14
<b>4"</b>	00:00:45	00:00:04	00:00:14	00:00:09	00:00:15	00:00:17	00:00:07	00:00:15	00:00:30	00:02:45	0:05:21
<b>6"</b>	00:00:45	00:00:05	00:00:18	00:00:11	00:00:15	00:00:17	00:00:09	00:00:15	00:00:30	00:02:45	0:05:30
<b>"T"</b>	Corte a cuadro (hh:mm:ss)	Troquelado canal (hh:mm:ss)	Troquelado laterales (hh:mm:ss)	Troquelado respaldo (hh:mm:ss)	Doble canal (2) (hh:mm:ss)	Doble respaldo pes. (hh:mm:ss)	Pintura y Horno (hh:mm:ss)	Machuelear canal (2) (hh:mm:ss)	Machuelear respaldo (hh:mm:ss)	Ensamble (hh:mm:ss)	
<b>2.5"</b>	00:00:45	00:00:06	00:00:14	00:00:07	00:00:30	00:00:07	00:00:14	00:00:30	00:00:30	00:02:55	0:05:58
<b>4"</b>	00:00:45	00:00:08	00:00:16	00:00:09	00:00:30	00:00:07	00:00:14	00:00:30	00:00:30	00:02:55	0:06:04
<b>6"</b>	00:00:45	00:00:10	00:00:20	00:00:11	00:00:30	00:00:07	00:00:18	00:00:30	00:00:30	00:02:55	0:06:16

**NOTA:** El Ensamble de codos tipo "T", 45° y 90° Incluye canales, laterales, respaldo, conector, Tornilleria y Etiqueta.

**NOTA:** El proceso Troquelado de canal, laterales y respaldo son en base a una lamina la cual saca varias partes de la misma pieza.

**NOTA:** El empaquetado no se tomo en cuenta ya que lo realiza el personal de almacén y el tiempo depende de la cantidad de pedido.



FICHA TECNICA DE PROGRAMAS PARA MAQUINAS  
AMADA



<b>Nombre de programa:</b>		<b>Descripcion:</b>		<b>Nombre de Maquina:</b>	
DR45PCBSZC		TAPA TERMINAL Y CONECTOR PARA DUCTO DR-45P C/BSZ 1m		AC-2510NT	
<b>Dim. de Lamina (mm)</b>		Vista Previa: 			
1520. X 1220					
<b>Dist. Entre Clamps (mm)</b>					
C1 392.19 C2 1185.13					
<b>Espesor y tipo de material</b>					
Lam . Acero al Carbón Cal.22					
Espesor 0.76					
<b>Heramental Utilizado</b>					
<b>Dim. / Forma</b>	<b>Estación</b>				
SLOT 12.7x7mm	112				
EFINE 30 x 2mm	215				
<b>TOTAL DE PZAS.</b>					
DR45PCBSZC	101 PZAS.				
<b>APROVECHAMIENTO DE LAMINA:</b>	87.08%				
<b>OBSERVACIONES:</b>					
<b>TIEMPO ESTIMADO</b>	<b>PLANO DE REFERENCIA</b>	<b>RECIBIÓ:</b>	<b>ELABORÓ:</b>	<b>REVISÓ Y AUTORIZO:</b>	
06:16 min.	99461313 99150320	<small>NOMBRE, FECHA Y FIRMA</small>	Ing. Benitez Perez Aaron A.	Ing. Estevan Tellez Castillo.	

## BIBLIOGRAFIA.

Benjamín W. Niebel, A. 1999, Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos, Ed. Alfa omega, México.

E. Hicks Philip, 1999, Ingeniería Industrial y Administración, una nueva perspectiva. Ed. CECSA.

TAHA Hamdy, 1988, Investigación de Operaciones, Una Introducción. Ed. Prentice Hall 6ta. Ed.

NIEBEL Benjamín/ FREIVALDS Andris, 2001, Ingeniería Industrial: Métodos estándares y diseño del trabajo. Ed. Alfa omega.

GARCIA Criollo Roberto, 1998, Estudio del trabajo: Ingeniería de Métodos Ed. Mc Graw Hill.

ALLEN L. Roy 1987, Manual de Ingeniería y Organización Industrial. Ed. Reverté.

Eppen, G. D. et al. (1992). Investigación de operaciones en la ciencia administrativa, Prentice Hall Hispanoamericana, México, 2a. ed.



Fang Shu - Cherng & Sarat Puthenpura (1993). Linear Optimization and extensions, Prentice - Hall, Englewood Cliffs, N. J.

Hillier, F. S. (1997). Introducción a la investigación de operaciones. McGraw-Hill, México 4a. ed.

Kaufman, A. (1980). Métodos y modelos de la investigación de operaciones, TOMO 1, CECSA, México.

Taha, H. A. (2004). Investigación de operaciones, Pearson Educación. México.

Winston, W. L. (1994). Investigación de Operaciones, Aplicaciones y algoritmos, Grupo Editorial Iberoamérica, México.

Ramírez Cavassa, C. (1991). Ergonomía y productividad, Limusa, México.

Christopher, M. (1999). Logística: Aspectos estratégicos, Limusa. México.

Hernández del Campo, A. (1992). Manufactura justo a tiempo, CECSA, México.

Christopher, M. (1999). Logística: Aspectos estratégicos, Limusa. México.

Hernández del Campo, A. (1992). Manufactura justo a tiempo, CECSA, México.

Riggs, J. L. (1998). Sistemas de producción: planeación, análisis y control. Limusa, México, 3a. Ed.

Meyers, F. E. (1993). Plant layout and material handling. Prentice Hall, Englewood, Cliffs, N.J.

Nakajima, Seiichi (1991). Introducción al TPM: mantenimiento productivo total. Tecnologías de Gerencia y Producción, Madrid.