

102  
Zej



*Universidad Nacional Autónoma  
de México*

*Facultad de Ingeniería*

*“Proposición de una Nueva Distribución de  
Planta aplicada a la Pequeña Industria”*

**T E S I S**

*Que para obtener el Título de  
Ingeniero Mecánico Electricista  
p r e s e n t a*

**LUIS PRIETO FUENLABRADA**



*Director de Tesis:*

*Ing. Enrique Gómez Lomelí*

**FALLA DE ORIGEN**

*México, D. F.*

**1989**



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 está 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.

**INDICE**

## INDICE

INTRODUCCION	... 1
- CAPITULO I "MARCO TEORICO".	... 4
a) Definición de la distribución de planta.	
b) Objetivos de la distribución de Planta.	
c) Principios de la distribución de planta.	
d) Naturaleza de los problemas de la distribución de planta.	
e) Tipo de distribución de planta.	
f) Factores que afectan a la distribución de planta.	
-CAPITULO II "METODO DE TRABAJO PARA EL ESTUDIO ... 25 DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA"	
a) Análisis.	
b) Síntesis.	
c) Elección.	
- CAPITULO III "FASE DE ANALISIS" ... 32	
a) Plano general de la localización de la planta.	
b) Plano general de la distribución actual de los departamentos.	
c) Plano de la distribución actual de la maquinaria-equipos.	
d) Diagrama de proceso de recorrido del ducto de aire, método actual.	

- e) Cuadro de secuencia de operaciones de cuatro productos.
- f) Tabla de especificaciones de maquinaria (dimensiones).
- g) Lista de equipo existente y equipo auxiliar.
- h) Diagrama Producto-Cantidad.
- i) Organigrama de la empresa.
- j) Cuestionario para evaluar el factor personal.

- CAPITULO IV "FASE DE SINTESIS" ... 50

- a) Método de eslabones.
- b) Método de la gama ficticia.
- c) Uso del diagrama de relaciones interdepartamentales.

- CAPITULO V "FASE DE ELECCION" ... 66

- a) Procedimiento para la búsqueda de la solución propuesta.
- b) Plano de la distribución departamental propuesta.
- c) Plano de la distribución de la maquinaria y equipo, propuesto.
- d) Diagrama de proceso de recorrido de ducto de aire, método propuesto.

CAPITULO VI "INSTALACION DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA PROPUESTA" ... 74

- a) Requerimientos para la instalación de la distribución propuesta.

- b) Tabla de especificaciones del movimiento de maquinaria
- c) Diagrama PERT.
- d) Tabla de datos para el diagrama PERT.
- e) Diagrama de Gantt o de Barras.

- INTRODUCCION -

## INTRODUCCION.

Esta investigación tiene como objetivos :

- Aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación profesional y la experiencia obtenida.
- Aumentar la productividad de las pequeñas empresas solucionando sus carencias o problemas.
- La aportación de la tecnología actual para corregir los errores existentes en el sistema productivo mexicano.

La empresa que fue seleccionada es Artefactos Laminados Industriales debido a que presenta las características de ser una fábrica que no reúne las condiciones de una planeación adecuada en lo referente a :

- Distribución departamental existente.
- Diagramas de proceso de recorrido.
- Condiciones de trabajo.
- Y el aspecto de su productividad.

La solución a los problemas que supone las decisiones de la distribución de planta pueden definirse, como la búsqueda y la determinación del emplazamiento óptimo de los componentes, preferentemente recursos humanos y materiales, que forman parte de un sistema productivo. Además se debe de considerar que el problema de la distribución de planta está relacionado con toda la organización de la empresa, por lo que no puede resolverse aisladamente.

La fábrica en estudio, como ya se mencionó anteriormente, es Artefactos Laminados Industriales que representa un caso típico de ser una pequeña empresa con las siguientes características:



- Especialización relativamente escasa de la dirección, en la mayoría de los casos, esta dirección es unipersonal.

- Extremos contactos personales, donde el director se halla personalmente en contacto con los trabajadores, clientes, proveedores y propietarios (la propiedad coincide con frecuencia con la dirección).

- Dificultad para obtener crédito y capital.

El giro de productos de la fábrica es la producción de equipos de tratamiento de aire, herrería en general, y otros trabajos en frío relacionados con la industria metal-mecánica.

En la solución de la problemática se consideraron los puntos siguientes:

- Marco teórico.
- Método de trabajo.
- Fase de análisis.
- Fase de síntesis.
- Fase de elección.
- Fase de implantación.
- Conclusiones.

- CAPITULO I -

MARCO TEORICO

- DEFINICION DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.
- OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.
- PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.
- NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.
- TIPOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA.
- FACTORES QUE AFECTAN A LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

#### -OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

Los objetivos principales que se obtienen al realizar una Distribución de Planta son los de resolver todos aquellos problemas que puedan afectar el costo del producto o servicio haciendolo más elevado debido a que los elementos de la producción no son empleados en forma adecuada.

##### - Incremento de la producción .

Generalmente una buena distribución trae como consecuencia el aumento de la producción, puesto que esta distribución va a eliminar los factores que restringen y que generalmente son arrastrados desde el principio del funcionamiento de la fábrica, entre los que podemos nombrar : una mala distribución departamental y de maquinaria, malos métodos de trabajo, almacenes temporales y permanentes mal ubicados y una supervisión deficiente.

##### - Reducción del manejo de materiales.

Si se cuenta con una buena distribución el manejo de materiales tenderá a reducirse, pues la distancia entre las maquinas sera la mínima pudiendo implantarse un método por medio del cual el manejo del material se realice automáticamente pudiendo ser por medio de transportadores mecánicos.

-Una mejor utilización de la maquinária, de la mano de obra y/o de los servicios.

Uno de los aspectos de la Distribución de planta considera cual debe ser la mayor y mejor utilización de la maquinária cuando esta es costosa o unicamente se cuenta con un

tipo de maquinaria para un proceso y es necesaria tenerla trabajando el mayor tiempo posible. Si los costos de los jornales son elevados es preciso utilizar en mayor cantidad esa mano de obra en los puestos o áreas donde pueda producir más o en el mejor de los casos automatizar las operaciones.

-Disminución en los retrasos en la producción.

Un aspecto de la Distribución de Planta se enfoca a equilibrar los tiempos y las cargas de cada departamento, pues una vez ordenadas todas las operaciones con el mismo tiempo de trabajo (balanceo de líneas), se eliminan los tiempos de espera. Esto se conseguirá con el ordenamiento adecuado de la maquinaria, áreas de almacenamiento y la cantidad necesaria de material que deben tener esos almacenes, así como la mínima distancia para disminuir el tiempo de transporte.

- Ahorro del area ocupada.

Este objetivo de la Distribución de Planta es importante para el área mínima con que debe contar la planta, ya que de esta manera el área sobrante se puede ocupar para otras actividades, si es que la nueva distribución así lo considera. Este ahorro de espacio se realiza en las áreas de producción y almacenamiento.

- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.

Cualquier situación que obligue a que el obrero pase por zonas de trabajo peligrosas para su seguridad y salud, debe ser evitada para que ofrezca un mínimo de riesgo. Este es el caso del paso cerca de los hornos, por pasillos donde estan almacenados

diversas cantidades de material o producto en proceso o del transporte del mismo. Se debe tener además una protección completa del obrero en las máquinas que maneja.

- Elevación de la moral y satisfacción del obrero.

Una buena distribución debe tener en consideración primordialmente el bienestar del obrero, es decir, que las condiciones del área de trabajo sean las óptimas para que su desempeño sea satisfactorio, considerando en este punto: la iluminación, los colores y la disposición de la maquinaria, así como también las condiciones atmosféricas del área de trabajo. Son elementos primordiales para la elevación de la moral: ventilación, limpieza, pintura de las máquinas, paredes y pisos.

-Reducción del material en proceso.

Siempre que sea posible mantener el material en proceso en continuo movimiento de una operación a otra, será trasladado con mayor rapidez a través de la planta y se reducirá la cantidad de material en proceso. Esto se consigue principalmente por reducción de los tiempos de permanencia del material en espera.

La Distribución en Planta ayuda en este aspecto a que el flujo del material sea continuo sin barreras y con mayor rapidez, por medio de una disposición adecuada de las áreas de producción, almacenaje y servicio; tocando al departamento de Planeación y Control de la Producción.

-Reducción del tiempo de fabricación.

Con la disminución de las distancias entre las máquinas y los almacenes temporales y las áreas de espera se reducirá el tiempo que necesita el material para desplazarse a través de la

planta.

- Reducción de trabajo administrativo y del trabajo indirecto en general.

Si la nueva Distribución que se implanta cuenta con un flujo de material a través de todo el proceso, se verá reducido en gran parte el trabajo de la mano de obra indirecta, ya que las ordenes de lanzamiento de la producción y la programación de la misma se realizarán de acuerdo conjuntamente.

- Supervisión mas fácil y mejor.

La Distribución puede influir en gran forma en la facilidad y calidad de la supervisión. Puede tener un ahorro de tiempo cuando la supervisión pueda abarcar mayor cantidad de operaciones.

- Disminución de la congestión y confusión.

Otro punto básico de toda buena Distribución es considerar los efectos que causen una demora del material, un movimiento innecesario del material y el cruce de dos o mas circuitos de transporte evitándolos en lo posible y en la mejor forma, con una buena disposición de las máquinas, puestos de trabajo, areas de almacenaje temporal y fijo.

- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

Considerando el área ocupada por la maquinaria, el equipo, los almacenes temporales y permanentes, además de los pasillos, se debe tener en cuenta el aumento de la producción, por lo tanto la expansión de la planta en aumento de la maquinaria y el personal, por lo que es necesario hacer la distribución en forma

tal que tengamos espacio para futuras ampliaciones.

**-PRINCIPIOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.**

Los principios de la Distribución de Planta son:

**- Principio de la mínima distancia de recorrido.**

En igualdad de condiciones es siempre mejor la Distribución que permite que la distancia a recorrer por el material, entre las operaciones sea la mas corta. Todo proceso industrial implica movimientos de material y por mas que se deseen eliminarlos no se podra conseguir completamente. Al trasladar el material se procura ahorrar, reeduciendo la distancia que este debe de recorrer, esto significa que se tratará de colocar las operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes. De este modo se eliminara el transporte entre ellas, puesto que el trabajador descargara el material en el puesto donde el proximo lo tomara.

**- Principio de la circulación o flujo de materiales.**

En igualdad de condiciones es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso este en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.

Esto es un complemento de la mínima distancia de recorrido, significa que el material se moverá progresivamente de cada operación o proceso al siguiente, hacia la terminación del mismo; considerando que no deben de existir retrocesos o movimientos transversales, obteniendose con ello un mínimo de congestión con otros materiales u otras piezas del mismo producto.

Este principio no implica que el material no pueda desplazarse en línea recta ni limita el movimiento hacia una misma dirección, muchas distribuciones procesan recorridos de zig zag o en circuito.

El concepto de circulación se concreta en la idea de un constante progreso hacia la terminación, con un mínimo de interrupciones, interferencias o congestiones.

- Principio de la flexibilidad.

Siempre será mas efectiva la Distribución que pueda ser ajustada o reordenada al menor costo y con menos inconvenientes.

Debido al avance tecnológico existente es necesario que las industrias evolucionen con la misma rapidez, siendo necesario que se realicen cambios frecuentes dentro de estas mismas industrias ya sea en el diseño de sus productos, o en los procesos de elaboración, en la maquinaria y equipos empleados, de esta manera podran competir favorablemente en el mercado. Por ello es necesario que cuente con una buena distribución que abarque todos estos cambios, para que se puedan adaptar en un futuro.

- NATURALEZA DE LOS PROBLEMAS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

1.- Proyecto de una nueva planta.

Aqui se trata de ordenar todos los medios de producción e instalaciones para que trabajen como conjunto integrado. Su distribución determinará el diseño de los nuevos edificios y la localización de todas las entradas y salidas de servicios, pero debe de compaginar sus deseos de economía en la producción con el valor de reventa de los edificios, intalaciones y maquinaria.



Este caso de Distribución de Planta se suele dar solamente cuando la compañía inicia un nuevo tipo de producción o la fabricación de un nuevo producto o se traslada a una nueva área.

2.- Expansión o traslado a un edificio ya existente.

En este caso el trabajo también es de importancia, pero los edificios y servicios ya están ahí limitando la libertad de acción, el problema consiste en adaptar la maquinaria, los elementos de la producción y el personal de una organización ya existente a un edificio distinto. Se debe de considerar el punto de vista del trabajador debido al cambio que van a experimentar.

3.- Reordenación de una distribución ya existente.

Este es el caso que se investigará en este estudio, teniendo limitaciones en cuanto a las dimensiones, formas y servicios. Se debe de readaptar nuevos planes y métodos con los elementos anteriormente existentes para tratar de conseguir un elemento integrado.

4.- Ajustes menores en distribuciones ya existentes.

Esto se presenta solamente cuando los cambios son menores que en el caso anterior, como ejemplo, cuando varían las condiciones de operación.

## TIPOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA.

Hay un numero ilimitado de posibles distribuciones, pero se pueden clasificar en varias categorias si se consideran:

- a) Bajo el punto de vista del tipo de industria.
- b) Bajo el punto de vista de organizaci3n de la producci3n.

### a) DISTRIBUCION SEGUN EL TIPO DE INDUSTRIA.

En cada industria, el ciclo de la producci3n l3gicamente condiciona la distribuci3n. Se pueden distinguir:

#### 1.- INDUSTRIAS MONOLINEALES.

La fabricaci3n se hace a lo largo de un circuito 3nico, siempre el mismo, que sucesivamente es recorrido por todos los productos.

#### 2.- INDUSTRIAS SINTETICAS O CONVERGENTES.

En estas industrias, las materias primas y los productos semiacabados llegan de diversas procedencias, y convergen en la l3nea final de producci3n.

#### 3.- INDUSTRIAS ANALITICAS O DIVERGENTES.

En estas industrias, se parte de una materia prima que, en el curso del tratamiento, diverge en diferentes l3neas particulares de fabricaci3n, dando cada una un producto diferente.

#### 4.- INDUSTRIAS CONVERGENTES- DIVERGENTES.

En estas industrias se parte de un cierto n3mero de materias primas para hacer un producto intermedio que a continuaci3n diverge en varias l3neas de fabricaci3n dando finalmente unos productos terminados diferentes.

**b) DISTRIBUCION SEGUN LA ORGANIZACION DE LA PRODUCCION.****- DISTRIBUCION POR PROCESO O FUNCION.**

La distribución por proceso o función se debe de adaptar cuando la naturaleza y volúmen de los productos, una vez tomados en

consideración todos los factores, hace que sea más económico agrupar las máquinas ( o departamentos ) de acuerdo con los procesos que realicen y toleren menores costos en el manejo de los materiales y control de la producción, aumento de existencia en proceso y otras consecuencias similares que puedan tener lugar.

Las características de la Distribución por proceso son:

- Disponer de suficiente personal especializado capaz de preparar las máquinas, interpretar los planos y determinar el proceso, los avances y velocidades apropiadas de las máquinas para un trabajo eficiente.

- Una supervisión altamente especializada en cada departamento.

- Muchos y diferentes pedidos en ejecución simultánea, haciendo necesario un cuidadoso control y dirección.

- Gran superficie dedicada al almacenamiento en cada departamento, para piezas en proceso.

-Excesivas operaciones de manejo de materiales, movimientos frecuentes de pequeñas cantidades de material a lo largo de trayectos medianos y grandes.

- Equipo generalizado de manejo de materiales de elevado costo de funcionamiento, pero con alto valor de reventa.

- Necesidad de gran cantidad de instrucciones escritas y verbales para efectuar las operaciones y movimientos deseados en el tiempo establecido.

- Frecuentes cambios de tareas por parte de los obreros, con la necesidad obligada de nuevas instrucciones.

- Los recorridos de los materiales no están sincronizados.

- Dificultad en establecer y mantener satisfactoriamente los programas de producción.

- Posibilidad de aprovechar mejor la maquinaria y realizar la producción deseada con menor inversión del capital.

Las características que indican cuando es necesario efectuar esta distribución son:

a) Volúmen de producción de cada artículo relativamente pequeño, aunque la producción total sea grande.

b) Grandes dificultades para llevar a cabo estudios de tiempos y movimientos.

c) Dificultades para conseguir buen equilibrio entre mano de obra y equipo.

d) Abundantes inspecciones necesarias durante la serie de operaciones.

e) Un elevado porcentaje del equipo es pesado o requiere especiales disposiciones.

f) Materiales y productos grandes o pesados para poder manejarse a granel o en forma continua por procedimientos mecánicos.

g) A menudo se necesita emplear la misma maquina o puesto de trabajo para dos o mas operaciones distintas.

Ventajas de la distribución por proceso o función:

- Menor número de máquinas repetidas y en consecuencia menor inversión en equipo.

- Mayor flexibilidad en la producción, pues se adapta a gran variedad de productos, así como frecuentes cambios en la secuencia de operaciones.

- Mejor control y mayor eficacia debido a la especialización.

- Presenta un mayor incentivo para los trabajadores con vistas al aumento de la producción, aumentando la posibilidad de que el incentivo individual amortice los planes.

- Mejor control de los procesos complicados o precisos, especialmente cuando se requieren muchas inspecciones.

- Los trabajadores adquieren mayor pericia en el manejo de un tipo de máquina.

Las desventajas de la Distribución por proceso o función son:

- Suele ocupar más espacio que cualquier otra.

- No hay rutas fijas para el recorrido del trabajo, esto implica mayor manipulación de materiales, mayores lotes de trabajo en curso de elaboración.

- Sistema de control de la producción mas complicado.
- Los trabajadores necesitan un periodo largo de aprendizaje, para poder realizar trabajos diversos.

**-DISTRIBUCION POR PRODUCTO O EN CADENA.**

Este método debe adoptarse para todo producto cuya naturaleza y volúmen haga que sea económico invertir capital en máquinas especiales, herramientas, superficie del terreno, equipo de manutención y formación del personal, con el fin de obtener economías en otros gastos de producción.

Las circunstancias que indican la necesidad de emplear este tipo de distribución son:

- Un rápido aumento en la demanda del producto.
- La comprobación de que dos o mas productos exigen operaciones que se efectuan en el mismo tipo de máquina y siguiendo el mismo proceso.
- Una fluctuación estacional pequeña o nula.
- Dificultad de encontrar personal altamente especializado para la distribución funcional existente.
- La comprobación de que una ligera baja del precio de venta de un producto rendirá en un gran aumento en su demanda.

Las características de la Distribución por producto o en cadena son las siguientes:

1.- Manejo de materiales por transportadores automáticos o semiautomáticos; la mayor parte del material en proceso esta almacenada a lo largo del sistema de manejo de materiales.

2.- Poco material en proceso y corta duración del proceso de fabricación.

3.- Plantillas de obreros sin especializar o semiespecializados.

4.- Trabajo simultáneo del obrero en dos o más máquinas.

5.- Empleo de herramientas, dispositivos mas sofisticados y de máquinas especiales.

6.- Flexibilidad escasa o nula, tanto en volúmenes producidos, como en el diseño del producto. Posibilidades escasas de emplear las máquinas para artículos diferentes, durante los periodos de falta de pedido.

7.- Posibilidad de averia en un transportador o máquina interrumpiendo la marcha de toda la cadena y ocasionando el paro de hombres y máquinas durante el tiempo de reparación.

8.- Necesidad de que los supervisores esten familiarizados con la gran diversidad de operaciones.

9.- Marcha regulada mecánicamente total o parcialmente.

10.- Elevada inversión en equipo especializado que puede tener un valor de reventa escaso o nulo.

Para obtener el máximo provecho del capital invertido en la Distribución por producto deben aplicarse en el mayor grado posible los principios de especialización, diversificación del trabajo, normalización y economías de movimientos.

Las ventajas del empleo de la Distribución por producto o en cadena son:

- a) Costo total del manejo de materiales más reducido.
- b) Disminución de las cantidades del material en proceso.
- c) Menor espacio por unidad de producción.
- d) Menor tiempo total de producción y por lo tanto se inmoviliza poco capital.
- e) Se tiende a reducir el área de suelo ocupado.
- f) Una mejor utilización y aprovechamiento de la mano de obra.
- g) Mayor facilidad de control tanto en la producción como sobre los trabajadores.

Las desventajas del empleo de la Distribución por producto o cadena son:

- Aumenta el costo de fabricación si disminuye el volumen de producción.

- Si una o mas líneas de producción tienen poca tarea, muchas máquinas permanecerán inactivas.

- La avería de una sola máquina puede inmovilizar toda una línea de producción, para tratar de evitar este inconveniente se utilizan los siguientes métodos:

- 1) Disponer de un stock de piezas entre cada máquina, esto es para las interrupciones cortas.
- 2) Instalar máquinas de reserva que puedan colocarse rápidamente en la cadena, esta solución resulta muy cara.



3) Llevar piezas desde el lugar de la avería hasta una máquina de tipo universal de preparación rápida, situada en un departamento funcional y luego devolver las piezas a la siguiente operación de la cadena.

**-DISTRIBUCION POR POSICION FIJA.**

Se trata de una distribución en que el material o pieza permanecen en un lugar fijo, todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella. Todo el trabajo se hace con el componente principal estacionado en una misma posición.

Las características que indican cuando es necesario emplear la Distribución por posición fija son:

- Las operaciones de transformación o tratamiento requieren tan solo herramientas de mano o máquinas sencillas.

- Cuando se fabrique solamente una pieza o unas pocas de un solo artículo.

- Cuando el costo de traslado de la pieza mayor del material sea elevado.

- Cuando la efectividad de la mano de obra se basa en la habilidad de los trabajadores o cuando se desee hacer recaer la responsabilidad de la calidad del producto en un trabajador.

Las ventajas de este tipo de distribución son:

- A través de esta distribución se pueden hacer cambios en el producto diseñado y también en la secuencia de operaciones para su elaboración.

- Se puede adaptar a una demanda intermitente por lo que también a una gran variedad de productos.

- Debido a que todo ocurre a la pieza mayor es más flexible, al no requerir una Ingeniería de Distribución muy complicada ni costosa.

- Se pueden recaer responsabilidades muy específicas a un solo trabajador o a un grupo de montaje.

#### - FACTORES QUE AFECTAN A LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

Los factores que intervienen o afectan a la Distribución de planta son:

##### - Factor material.

Como se sabe el objetivo de la producción es transformar el material de manera que se cambie su forma o características para satisfacer la necesidad por lo cual fue creado. De esta explicación se deduce que la producción dependiera del producto deseado y del material utilizado. Por lo tanto el factor mas importante que afecta a la Distribución de planta es el material.

Los aspectos que abarca el factor material son:

- La cantidad y variedad de productos y materiales.
- Las características físicas o químicas del mismo.
- Las materias o piezas componentes y la forma de combinarse unas con otras.
- El proyecto y especificaciones del producto.

- Factor maquinária.

En orden de importancia el siguiente factor es el de maquinária y equipo de proceso.

Los aspectos que abarca el factor maquinária son:

- Utilización de la maquinária.
- Proceso o método.
- Maquinária, material auxiliar y equipo.
- Requerimientos de la maquinária y del proceso.
- Factor hombre.

Como sabemos el hombre es mas flexible para poder adaptarse a los cambios propuestos por la distribución, sin embargo, es de trascendental importancia su consideración para crear el medio ambiente propicio al desenvolvimiento de sus actividades, logrando una mayor producción.

Los aspectos que abarca el factor hombre son:

- Necesidades de mano de obra ( tipo de trabajadores, número necesario y horas de trabajo ).
- Condiciones de trabajo y seguridad.
- Utilización del hombre.
- Otros aspectos ( incentivos de pago y consideraciones psicológicas o personales ).
- Factor movimiento.

En este factor se considera la importancia que tiene las forma en que el material es trasladado ( manejado o transportado ) durante el proceso.

Los aspectos que abarca el factor movimiento son:

- Espacio para el movimiento.
- Reducción del manejo innecesario y antieconómico.
- Patrón o modelo de circulación ( diagramas de proceso de recorrido ).
- Manejo combinado.
- Equipo de manejo.
  - Factor espera.

Uno de los objetivos de la Distribución de Planta es lograr una circulación clara y veloz del material a través de la fábrica, siempre en progreso hacia el acabado del producto. Por lo tanto se trata de evitar que los materiales estén detenidos ( esperas o demoras ) debido a que causan gastos innecesarios.

Los aspectos que abarca el factor espera:

- Espacio para cada punto de espera.
- Dispositivos de seguridad y equipos destinados al almacenaje o espera.
- Situación de los puntos de almacenaje o espera.
- Método de almacenaje.
  - Factor servicio.

Se debe de considerar que los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción, por lo que los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria.

Los aspectos que abarca el factor servicio son:

- Servicios relativos al personal ( vías de acceso, iluminación, oficinas ventilación, etc. ).

- Servicios relativos al material ( control de calidad, control de producción y control de rechazos, mermas y desperdicios ).

- Servicios relativos a la maquinaria ( mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares ).

- Factor edificio.

El edificio es una parte integrante de la Distribución de Planta ya que es la membrana protectora que cubre a las operaciones, materiales, maquinaria y actividades auxiliares. Si el edificio ya existe en el momento de proyectar la nueva distribución provoca una limitación en el nuevo diseño.

Para abarcar el factor edificio se necesita especificar las características o especificaciones de la construcción, como los suelos, techos, ventanas, paredes, sótanos, etc.

- Factor cambio.

En este factor se considera que el cambio es una parte básica de todo concepto de mejora, su frecuencia y rapidez, hace que cada día se vaya mejorando.

El aspecto mas importante de este factor es que la Distribución de Planta trata de ser flexible para poderse adaptar a los cambios ( materiales, maquinaria, personal, actividades auxiliares y diseño ).

- CAPITULO II.

METODO DE TRABAJO PARA EL ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION DE  
PLANTA '.

- ANALISIS.

- SINTESIS.

- ELECCION.

**-METODO DE TRABAJO PARA EL ESTUDIO DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.**

Antes de considerar el análisis de una Distribución de Planta, hay que especificar en forma clara el problema que se quiere resolver, es decir definir lo mejor posible los objetivos a conseguir.

A menudo el objetivo sera la reducción del precio global del costo de los productos que se fabrican; se podra, por lo tanto jugar con un conjunto de factores ( superficie ocupada, mano de obra a utilizar, inversiones necesarias, etc. ) para encontrar la mejor solución. Por el contrario si se trata de introducir nuevas fabricaciones en un taller ya existente sin posibilidades de ampliación el objetivo esencial deberá ser ahorrar espacio.

En este caso los objetivos que se trataran de alcanzar, debido a los problemas que se encontraron son:

- Disminuir la longitud de los circuitos de manutención ( diagramas de proceso de recorrido ).
- Utilización del espacio de una manera racional.
- Crear mejores condiciones de trabajo.
- Evitar el tiempo perdido en desplazamientos innecesarios.
- Dar una impresión de orden en la fábrica con caminos bien trazados.
- Lograr una mayor producción y una reducción de los costos de fabricación.

Una vez que los problemas estén bien planteados, el estudio de la Distribución de Planta lleva consigo las tres fases clásicas de cualquier estudio:

1.- Fase de análisis: se reúnen todas las informaciones disponibles sobre los problemas a resolver.

2.- Fase de síntesis: se buscan las diversas soluciones posibles.

3.- Fase de elección: se comparan las soluciones para determinar cual es la mejor.

- ANALISIS.

Ante todo hay que reunir toda la documentación necesaria para plantear con exactitud el problema:

- Nomenclatura de los artículos a fabricar o almacenar ( materias primas, piezas de recambio, productos acabados, desechos, etc. ).

- Gammas de operaciones con los tiempos de cada operación.

- Características de las máquinas previstas ( tamaño, peso y equipo ).

- Características técnicas.

- Programa de fabricación, de almacenaje y de envío.

Para nuestro caso en particular, ya que se trata de una redistribución de planta, hay que obtener:

- El plano de los locales y las instalaciones existentes.

- La carga máxima de las plantas.

- Inventario del material.



- Volúmen de entradas y salidas.
- Gráficos de análisis en general.
- Gráficos de circulación ( diagramas de proceso de recorrido).

- Lista de personal.

- BUSQUEDA DE SOLUCIONES.

- 1.- Definir el esquema funcional.

La primera tarea, dejando aparte todas las características específicas del local, consistirá en definir en tablas o en gráficos los desplazamientos de los materiales a lo largo del ciclo de fabricación de los diversos productos.

Para cada producto, hay que partir de la recepción de las materias primas en el almacén que les está destinado, para concluir en la terminación del producto y su envío.

Se señalan sucesivamente en el orden en que se presentan:

- Los almacenes iniciales.
- Las operaciones sucesivas en los diversos puestos de trabajo.
- Los almacenes eventuales intermedios entre los puestos de trabajo en los almacenes temporales.

Para cada puesto de trabajo se indica:

- El espacio que ocupa.
- La potencia a prever.
- El personal.

Para cada lugar de almacenaje se indica:

- Las cantidades a almacenar.
- El volúmen correspondiente.

2.- Concebir una distribución teórica de conjunto.

Hay que elegir primeramente entre los diferentes tipos posibles de distribución; esta elección deberá estar relacionada con los sistemas de manutención que se empleen:

a) Se hará la distribución en un solo taller o en varios talleres ?

Pueden entrar en juego numerosas consideraciones:

- Tamaño de los talleres.
- Higiene y seguridad.
- Diferencias de precisión de los trabajos.
- Características técnicas, polvo, climatización, vibraciones, etc.

b) Que operaciones se deberán hacer en los talleres especializados ?.

c) Que tipo de manutención se adoptará para el conjunto de talleres o en cada taller ?.

En el cuadro de posibles opciones se determinarán las superficies técnicas que se necesitan para cada taller, además del espacio ocupado por las máquinas, las diversas instalaciones y los stocks, es preciso no olvidar la superficies necesarias para el manejo de las máquinas y para la circulación de las personas y los dispositivos de manutención cargados.

### 3.- Estudiar la distribución de cada taller.

Ahora se trata de disponer los distintos puestos de trabajo en busca de la solución más satisfactoria, teniendo en cuenta los diversos aspectos del problema:

- a) Prever pasos y salidas suficientemente anchos para no extenderse más allá de lo que sea necesario.
- b) Prever las posibilidades de ampliación.
- c) Pensar que en cada puesto de trabajo se pueden almacenar materiales en espera y piezas terminadas.
- d) Evitar los cuellos de botella.
- e) Reducir al mínimo el circuito de los materiales y los desplazamientos de personas.

#### -ELECCION DE UNA SOLUCION.

Como elegir entre las diversas soluciones posibles ?

Hace falta evaluar las ventajas o inconvenientes de cada una de ellas bajo los diversos aspectos posibles.

Un punto importante que siempre habrá que tener en cuenta es el grado de agilidad de la distribución propuesta; es necesario que se pueda modificar esta distribución con el mínimo gasto:

- en caso de modificación de las secuencias de las operaciones;
- en caso de cambio de fabricación;
- en caso de variación importante en el volumen de la producción ya que la distribución que se realice corresponderá a la situación del momento.

Esta situación va a evolucionar, por lo tanto periódicamente hay que controlar que la distribución siga siendo suficientemente

adecuada a las necesidades, y cuando esto no suceda, debe existir la posibilidad de una fácil modificación.

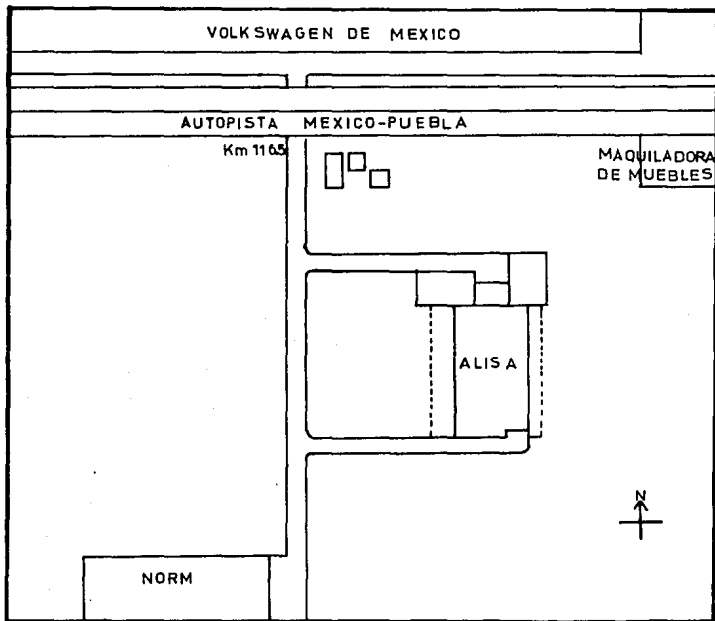
- CAPITULO III.  
FASE DE ANALISIS.

- 1.- PLANO GENERAL DE LA LOCALIZACION DE LA PLANTA.
- 2.- PLANO DE DISTRIBUCION ACTUAL DE LOS DEPARTAMENTOS.
- 3.- PLANO DE DISTRIBUCION ACTUAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO.
- 4.- DIAGRAMA DE PROCESO DE LA OPERACION DEL DUCTO DE AIRE.
- 5.- DIAERAMA DE PROCESO DE REECORRIDO DEL DUCTO DE AIRE, METODO ACTUAL.
- 6.- CUADRO DE SECUENCIA DE OPERACIONES DE CUATRO PRODUCTOS SELECCIONADOS.
- 7.- TABLA DE ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIA (DIMENSIONES).
- 8.- LISTA DE EQUIPO EXISTENTE Y EQUIPO AUXILIAR.
- 9.- DIAGRAMA PRODUCTO/ CANTIDAD.
- 10.-ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA.
- 11.- FACTOR PERSONAL ( CUESTIONARIO ).

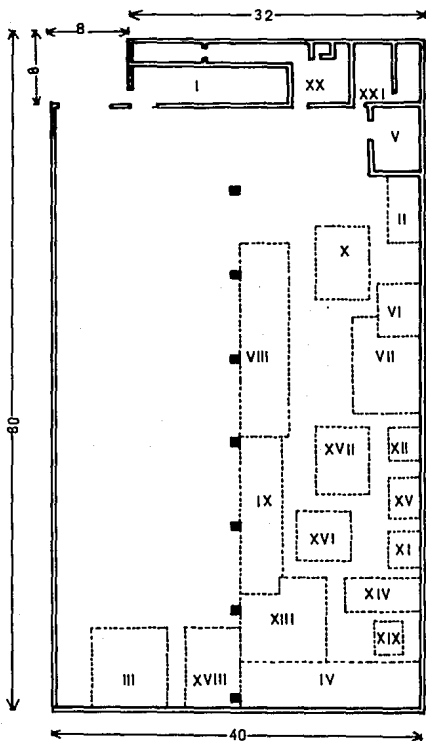
**-FASE DE ANALISIS.**

La documentación necesaria para que podamos plantear con exactitud el problema, teniendo en cuenta todos los factores que afectan a la Distribución de Planta, es la siguiente ( registros de la información ):

- 1.- Plano general de la localización de la planta.
- 2.- Plano de distribución actual de los departamentos.
- 3.- Plano de distribución actual de la maquinaria y equipo.
- 4.- Diagrama de proceso de la operación del ducto de aire.
- 5.- Diagrama de proceso de recorrido del ducto de aire, método actual.
- 6.- Cuadro de secuencia de operaciones de cuatro productos seleccionados.
- 7.- Tabla de especificaciones de maquinaria (dimensiones).
- 8.- Lista de equipo existente y equipo auxiliar.
- 9.- Diagrama producto/ cantidad.
- 10.- Organigrama de la empresa.
- 11.- Factor personal (cuestionario a: gerente y empleado).

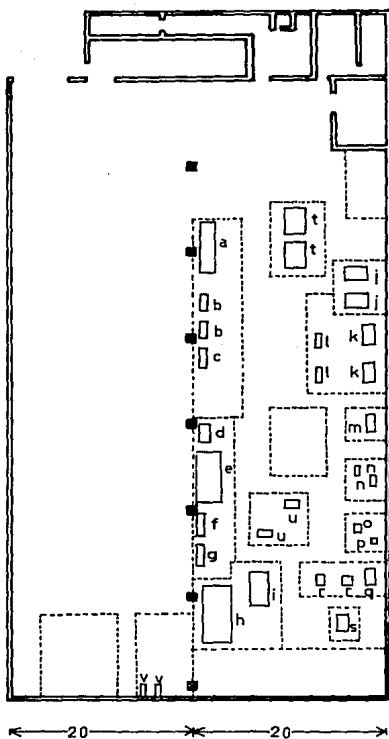


Facultad Ingeniería UNAM	
Tesis IME(Ind) Luis Prieto F.	
escala: 1:2000	Plano General
acot: m	de ubicación



- I ALMACEN LAMINA
- II ALMACEN VARILLA
- III ALMACEN P TERMINADO
- IV ALMACEN DESECHO
- V ALMACEN HERRAMIENTA
- VI DEPTO. TROQUELADO
- VII DEPTO. CORTADO V.
- VIII DEPTO. CORTADO L
- IX DEPTO. DOBLADO
- X DEPTO. TRAZADO
- XI DEPTO. TALADRADO
- XII DEPTO. ENGARGOLADO
- XIII DEPTO. ROLADO
- XIV DEPTO. RELEVADO
- XV DEPTO. SOLDADO P.
- XVI DEPTO. SOLDADO A.
- XVII DEPTO. ENSAMBLADO
- XVIII DEPTO. PINTADO
- XIX DEPTO. TORNEADO
- XX OFICINAS
- XXI SERVICIOS





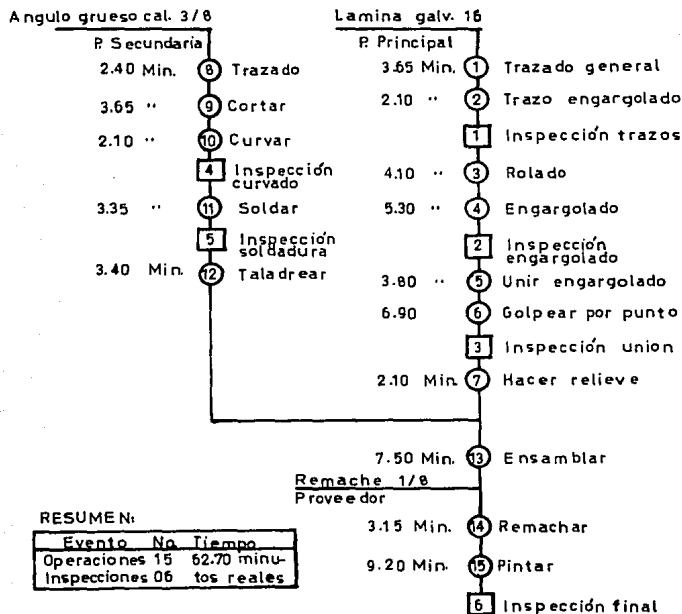
- a Cortadora Cassanova
- b Cortadora Whitney
- c Cortadora Nibler
- d Dobladora s/m
- e Dobladora Cassanova
- f Dobladora Chicago
- g Dobladora muelas
- h Roladora Cassanova
- i Roladora Siemens
- j Troqueladora Peloplas
- k Cortadora Whitney
- l Cortadora Chicago
- m Plegadora s/m
- n Punteadora s/m
- o Taladro Barberd
- p Taladro Black D
- q Enderezadora Gim sa
- r Curvadora Tejero
- s Torno Sanchez
- t Mesas trazo
- u Plantas Champion
- v Compresores s/m

Facultad Ingenieria UNAM	
Tesis (ME.(Ind.) Luis Prieto E	
escala: 1:400	Distribución ac-
acot: m	tual máquinas

# DIAGRAMA DEL PROCESO DE LA OPERACION

OPERACION: Fabricación Ducto de aire  
METODO: Actual

PARTE No. DAF-512TA-7  
DIAGRAMO: Luis Prieto F.





Secuencia Operaciones	Caja de control	Ducto de aire	Rejilla desagüe	Campana aire
1	Trazado	Trazado	Trazado	Trazado
2	Cortado L.	Rolado	Cortado V.	Cortado L
3	Doblado	Doblado	Taladrado	Doblado
4	Taladrado	Engargolado	Ensamblado	Engargolado
5	Soldado P.	Relevado	Soldado A.	Ensamblado
6	Soldado A.	Ensamblado	Pintado	Soldado A.
7	Ensamblado	Pintado	Control	Taladrado
8	Pintado	Control		Pintado
9	Control			Control

Cuadro de Secuencia de Operaciones

TABLA DE ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIA (DIMENSIONES).

EQUIPO Y MAQUINARIA	NUMERO DE MAQUINAS.	DIMENSION MAQUINARIA (m)	AREA DE SERVICIO Y TRABAJO (m <sup>2</sup> )	AREA TOTAL (m <sup>2</sup> )
CORTADORA WHITNEY	2	0.7 x 2.0	6.8 x 6.0	10.80
CORTADORA CASSANOVA	1	1.5 x 2.0	7.2 x 8.4	60.48
CORTADORA NIELER	1	0.7 x 2.5	3.6 x 4.8	17.28
DOBLADORA S/M	1	1.2 x 2.0	5.2 x 5.2	27.04
DOBLADORA CASSANOVA	1	2.8 x 2.0	6.8 x 8.0	54.40
DOBLADORA CHICAGO	1	1.2 x 2.6	4.0 x 4.0	16.00
DOBLADORA MUELAS	1	1.1 x 2.0	4.4 x 4.0	17.60
ROLADORA CASSANOVA	1	2.8 x 6.4	6.8 x 8.8	59.84
ROLADORA SIEMENS	1	1.9 x 3.7	6.4 x 8.2	52.28
TACQUEL PELOPLAS	2	1.6 x 2.5	5.6 x 6.8	38.08
CORTADORA WHITNEY	2	1.3 x 2.0	7.2 x 7.2	51.84
CORTADORA CHICAGO	2	0.6 x 1.7	4.8 x 5.6	26.88
PLEGADORA S/M	1	1.1 x 2.1	6.0 x 3.2	19.20
FUNTEADORA S/M	2	0.8 x 1.2	3.2 x 7.2	23.04
TALADRO BARBERD	1	0.7 x 0.7	2.8 x 3.2	8.96
TALADRO BLACK D.	1	0.4 x 0.9	2.8 x 4.4	12.32
ENDEREZADORA G.	1	0.9 x 2.0	3.2 x 4.4	14.08
CURVADORA TEJERO	2	0.7 x 1.1	2.8 x 7.2	20.16
TORNIO SANCHEZ	1	1.2 x 1.8	4.4 x 4.4	19.36
MESAS TRAZO	1	2.8 x 3.2	6.0 x 12.0	72.00
PLANTAS CHAMPION	2	1.6 x 1.4	6.8 x 5.2 + + 3.2 x 2.8	44.32
COMPRESORES S/M	2	0.8 x 1.06	6.8 x 8.0	54.40

## EQUIPO EXISTENTE.

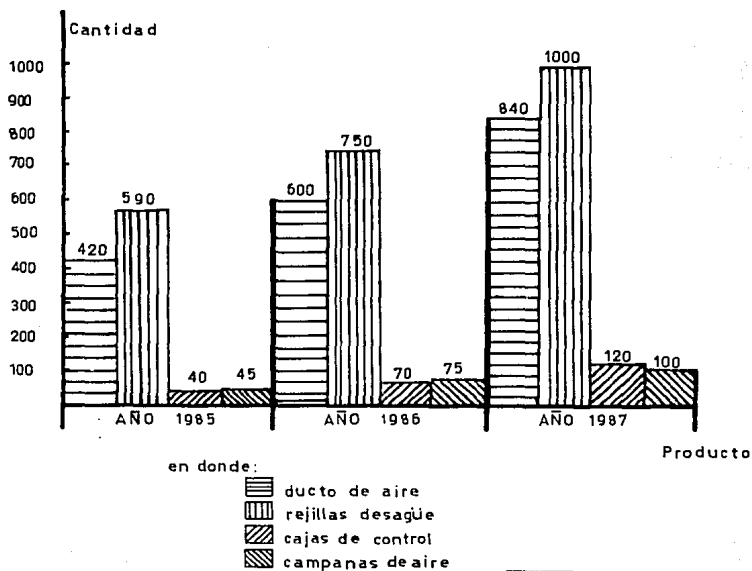
- Cortadora Cassanova para lámina W. aA. Whitney Rockford Ind. No. 610- 069 Capacidad 18 Ton. Serie 610- 24343. 220 V.
- Cortadora o cizalla marca Cassanova Barcelona. Hidráulica tipo N.C. 14- 3150X8 No. 23488 220 V.
- Cortadora para lámina Nibler Medium. Tipo N.R.560877 MX. 220v.
- Dobladora manual sin marca visible.
- Dobladora marca Cassanova Barcelona. Hidráulica con dados tipo GE 8 T. 125X3100 No. Pt. 1039
- Dobladora manual 4 F.T. marca Chicago.
- Dobladora manual de muelas sin marca visible. Modelo BP 814 S.E. H. B. 918-M.
- Roladora marca Cassanova Barcelona. Tipo CC 30-30 3050X10 No. 02330 motor 20 H.P.
- Roladora marca Siemens. Motor reductor de 2 H.P. de cuatro polos S.E. 68116575.
- Troquel Peloplas Leon Well. Eléctrico modelo PE1 25 Ton. S.E. 1514.
- Cortadora marca Whitney Corp. Rockford Ind. No. 609-450 Cap. 45 Ton. Serie 3150551.
- Cortadora o cizalla marca Chicago. Manual de pedal F B-016 S.E. 65-143-M.
- Plegadora sin marca visible.
- Punteadora sin marca visible. 220 V. 60 Hz. F 20 KVA 514 DGE 7797.

- Taladro marca Black Decker. Eléctrico medio avion serie BDC-76- 134.
- Enderezadora marca GIMSA para ángulo. Modelo EG 20 P SE 2316 220V.
- Curvadora marca Tejero. Capacidad L 30 AH No. 159 No. Serie 324.448.
- Torno chico marca Sanchez Blanes. Modelo TMB 230 No. 18633 SE 03 doble voltaje.
- Mesas de trazo rectangulares .
- Plantas de soldar marca Champion Hovard. Modelo Kobra 250 SE 2316 220V.
- Compresores No. 5362 marca ITSA. Modelo I 72212 A 477 S H.P.
- EQUIPO AUXILIAR.
- Taladro manual.
- Taraja Piper Master.
- Tornillo de mano marca Vimalertt 57.
- Tornillo manual Torrillo 500.
- Prensa de mano Trigon No. 434.
- Prensa de mano marca Pergsto.
- Taladro chico de 1/4 Black D.
- Taladro grande 1 pulgada Black D.
- Remachadora de acordeon de 3/16 remache pop.
- Esmerilador de banco marca universal.
- Pulidora Black D.
- Ponch manual No. 10 Rockford.

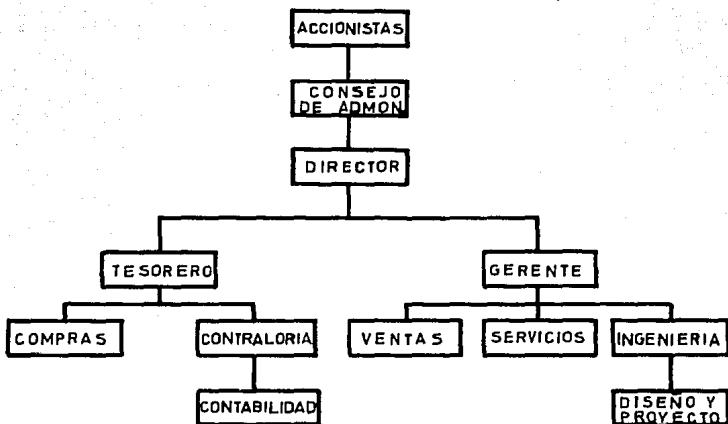
- Taraja manual 3 R .
- Taraja marca Beaver No. 5352.
- Taraja chica con 5 daddos.
- Taraja marca Beaver No. 5352.
- Maneral para soldadura automatica.
- Juego para trazar sobre lamina.
- Tijera para lámina sin marca visible.



## DIAGRAMA PRODUCTO-CANTIDAD



Facultad Ingeniería UNAM  
Tesis IME (Ind.) Luis Prieto F.



## ORGANIGRAMA

## - FACTOR PERSONAL.

Cuestionario realizado al gerente de Artifacts Laminados Industriales:

1.- Que puesto desempeña en la fábrica ?

- Soy gerente desde hace ocho años, a partir de la muerte de mi padre.

2.- Tiene alguna otra función en la misma ?

- Soy accionista dentro de la sociedad anónima.

3.- Su nivel máximo de estudios ?

- Estudie hasta el segundo año de la carrera de Administración debido a que empecé a trabajar en la fábrica desde que era simplemente un taller de herrería.

4.- Desde cuando se encuentra la fábrica localizada en su actual domicilio ?

-Desde hace dos años nos cambiamos debido al aumento de la producción como consecuencia de la demanda existente de nuestros productos.

5.- Cómo se planeo la construcción de la fábrica y la distribución actual de los departamentos ?

- Con respecto a la construcción se basó primordialmente en dos grandes naves, una destinada a los productos que hacemos con lámina o varilla y otra proyectada para un futuro inmediato para la producción textil.

La planeación de los departamentos se hizo en base a los requerimientos que tienen nuestros productos al fabricarlos y a la experiencia obtenida durante todos los años de trabajo.

-4.- Si se penso en tener en cada nave un diferente tipo de producción, como se planearon los servicios de suministro ?

- Los servicios de suministro se colocaron en las paredes laterales y en las columnas (luz y agua), También se consideró

con respecto al piso un tipo de cimentación de varias pulgadas de grueso para poder soportar cualquier maquinaria debido a su peso.

7.- Como estan divididos los departamentos ?

-Una división en detalle entre los departamentos no existe sino que tratamos de tener un pasillo central en los mismos.

8.- Que medidas de seguridad existen ?

- Las medidas de seguridad existentes son el equipo que debe de usar cada trabajador (guantes y gafas).

9.- En cuanto al desperdicio, porque ocupa tanto espacio ?

- Debido a que no lo hemos podido vender por kilo.

10.- Cuantas personas trabajan en la fábrica ?

- Trabajamos treinta personas.

11.- Si existiera un aumento de la producción que se tiene planeado ?

- Se tiene un espacio sin construir a ambos lados de las dos naves para una futura ampliación si es necesario.

12.- Si existiera un cambio en la distribución de los departamentos, estaria Ud. de acuerdo ?

Si estaría de acuerdo siempre y cuando este justificado, además se obtenga una mayor productividad y ganancia a bajo costo.

Questionario realizado a un trabajador de la misma empresa.

1.- Cuanto tiempo lleva trabajando en la fábrica ?

Llevo apenas un año y medio.

2.- Que puesto desempeña en la misma ?

-Soy soldador de autógena.

3.- Que utensilios de seguridad ocupa ?

- Nada mas la careta.

4.- Para Ud., ofrece seguridad la actual disposición de las máquinas ?

- Pues no se, pero la punteadora esta muy cerca y los compresores estan mal ahí, porque si hay una fuga de mis tanques pues explotan.

5.- Porqué motivos se puede distraer de su trabajo ?

- Por muchos ya que luego tienen que pasar mis compañeros cargando sus piezas por donde estoy trabajando.

6.- Que accidentes ha presenciado ?

- Varios, uno fue el del maestro pintor que no sujeto bien su manguera a la pistola y al ponerla, pues que le pega y que le abre arriba del ojo y otra vez fue otro cuate que al cortar verilla pues no se fijo y se llevo la mitad de un dedo.

7.- Tiene Ud. suficiente espacio para trabajar en su puesto ?

- Para mi esta bien pero cuando son campanas me falta a lo ancho.

8.- Existen pasillos entre los departamentos ?

-Pues ninguno, eso se puede ver que no.

9.- A sus desperdicios ( de la soldadura ) que les hace ?

-Los junto y cada sabado hacemos limpieza de todo.

10.- Si existiera un cambio en la disposición de las maquinas, estaria Ud. de acuerdo ?

- Por mi no hay ningun problema.



## CAPITULO IV.

## - FASE DE SINTESIS.

- METODO DE ESLABONES.
- METODO DE LA GAMA FICTICIA.
- USO DEL DIAGRAMA DE RELACIONES INTERDEPARTAMENTALES.

- FASE DE SINTESIS.

-METODO DE ESLABONES.

En un taller, la mejor distribución será la que ocasione el mínimo de mantenencias.

Si el taller tiene fabricaciones diversas con circuitos de materias diferentes, la búsqueda de este mínimo es un problema bastante complejo, como es nuestro caso, para facilitar la solución existe el método de eslabones.

En este método, se llama eslabón a la trayectoria de manutención (operación) que une entre si dos puestos de trabajo. De esta forma, el eslabón AB es la trayectoria que une al puesto A con el puesto B o viceversa.

Por lo tanto se tienen los siguientes departamentos:

- Trazar	A
- Cortar lámina	B
- Doblar lámina	C
- Cortar varilla	D
- Taladrear	E
-Engargolar	F
- Rclar	G
- Relevar	H
- Soldar punteadora	I
- Soldar autógena	J
- Ensamblar	K
- Pintar	L



Inspección o almacén producto terminado.	M
- Troquelar	N
- Tornear	O

Tomaremos en cuenta como piezas representativas de los procesos de fabricación a:

- Caja de control.
- Ducto de aire.
- Rejilla de desagüe.
- Campana de aire.

Por lo que:

- CAJA DE CONTROL.

Puestos sucesivos: A B C E I J K L M.

Eslabon correspondiente: AB BC CE EI IJ JK KL LM.

- DUCTO DE AIRE.

Puestos sucesivos: A G C F H K L M.

Eslabon correspondiente: AG GC CF FH HK KL LM,

-REJILLA DE DESAGUE.

Puestos sucesivos: A D E K J L M.

Eslabon correspondiente: AD DE EK KJ JL LM.

- CAMPANA DE AIRE.

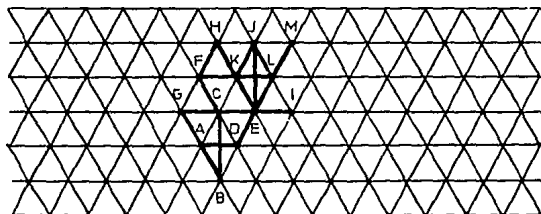
Puestos sucesivos: A B C F K J E L M.

Eslabon correspondiente: AB BC CF FK KJ JE EL LM.

Podemos determinar la frecuencia con que aparecen cada uno de los eslabones. En este cuadro ( Figura 1 ) de doble entrada, cada caso definidos por dos letras representan el

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
M												4	4
L					1					1	2	8	
K				1	1			1		3	8		
J				1					1	6			
I				1					2				
H						1		2					
G	1		1				2						
F			2			4							
E			1	1	6								
D	1			2									
C		2	6										
B	2	4											
A	4												

CUADRO DE ESLABONES  
FIGURA 1



ESQUEMA TEORICO DE DISTRIBUCION  
FIGURA 2

eslabón correspondiente. Siguiendo cada una de las piezas, se marca un trazo para cada eslabón que le representa.

El número de eslabones que parten de cada lugar o concluyen en cada uno de ellos está totalizado en las casillas de trazado grueso ( cada eslabón se cuenta de dos de esta forma, una vez por cada extremidad ).

En la fábrica los puestos de trabajo, deberán disponerse de forma tal que los que tengan mayor número de uniones entre sí estén situados uno junto a otro.

Para establecer un esquema teórico de distribución con la ayuda de un reticulado triangular, se coloca primeramente los puestos K y L que son los que tienen el mayor número de eslabones con la frecuencia más elevada.

A continuación se disponen, alrededor de los puestos K y L, los puestos que tengan el mayor número de uniones con ellos, después, alrededor de estos puntos, los que tengan el mayor número de uniones respecto a ellos.

Después de sucesivos ensayos se obtiene la combinación más satisfactoria, que se presenta en la figura 2.

El siguiente paso es utilizar un cuadro análogo al de la figura 1, pero en lugar de marcar simplemente los eslabones que aparecen a lo largo de los circuitos, se inscribe en cada casilla el número de unidades a manipular que se presenta en la figura 3.

Para ser más representativo el cuadro de la figura 3, éste puede ser arreglado, por una parte para separar las uniones

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
M												206	206
L					10					100	96	412	
K					100	10		84		122	412		
J					10					12	244		
I					12					24			
H						84		168					
G	84		84				268						
F			94			188							
E			12	100	264								
D	100			200									
C		22	212										
B		22	22										
A	206												

CUADRO DE INTENSIDADES DE TRAFICO  
FIGURA 3

que según éstas se hagan en un sentido o en otro, por otra parte para aparecer la distancia que separa a los puestos de trabajo dependiendo de la longitud de las uniones.

Si se considera para este caso en que los puestos de trabajo están localizados en una sola nave, en el orden anteriormente nombrados de la A hasta la M ( se debe de aclarar que los puestos de trabajo o departamentos correspondientes al torno y al troquelado no se consideran en este método debido a que las cuatro piezas seleccionadas no utilizan a los mismos, y en general son puestos de trabajo auxiliares ), siendo las distancias entre los puestos las que se dan en la figura 4.

En el cuadro de la figura 3, colocamos los departamentos en abscisas y en ordenadas, espaciándolos proporcionalmente a las distancias reales. Utilizamos el cuadro rectangular completo, lo cual quiere decir que las uniones que se hacen en el sentido del circuito de A hacia M, se anotarán encima de la diagonal, mientras que las uniones que se hagan en sentido inverso se indicarán debajo de la diagonal.

Totalizando para mayor claridad, los números inscritos en cada casilla nos dan como consecuencia la figura 5.

Una simple mirada al cuadro nos permite ver:

- Los trayectos que se hacen en sentido inverso al normal de circulación están debajo de la diagonal.

- Los trayectos que suponen desplazamientos mayores son los que están más alejados de la diagonal.

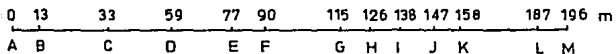


Figura 4  
RELACION DE DISTANCIA APROX. ENTRE LOS DEPTOS.

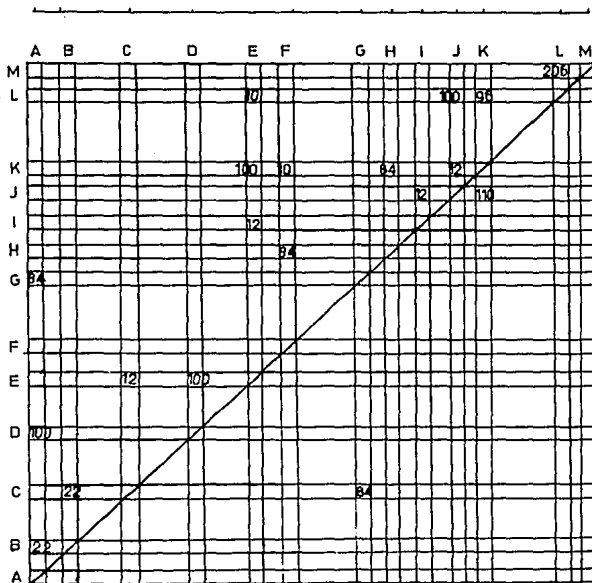


Figura 5  
CUADRO DE ANALISIS

- Los trayectos que parten de un determinado puesto están sobre la vertical del puesto.

- Los trayectos que convergen en un puesto determinado están sobre la horizontal del puesto.

Lo ideal es que sobre el cuadro, todos los trayectos estén representados sobre la diagonal y próximos a ésta. También habrá movimientos cortos y sin retornos.

#### -METODO DE LAS GAMAS FICTICIAS.

En una determinada fábrica, es frecuente que los circuitos de las diferentes fabricaciones tengan analogías. Si todos los productos fabricados tienen una gama ( secuencia ) de operaciones, bastara disponer los puestos de trabajo en el orden de esta gama para obtener una buena distribución.

Aunque las gamas de operaciones sean diferentes se puede hacer lo mismo de una forma muy aproximada colocando los puestos de trabajo que intervienen, en el mismo orden relativo. Entonces todo sucede como si el total de las fabricaciones tuvieran una misma gama ficticia de operaciones en la cual, según los casos, ciertas fases deberán ser suprimidas.

Para este caso, las gamas de fabricación ( eslabones en el método anterior ) son las siguientes:

- Caja de control (w): A B C E I J K L M.
- Ducto de aire (x): A G C F H K L M.
- Rejilla de desagüe (y): A D E K J L M.
- Campana de aire (z): A B C F K J E L M.

Todas ellas derivan de la misma gama ficticia:

A B C D E F G H I J K L M.

Que se obtienen repitiendo tantas veces como sea necesario los puestos de trabajo que se presentan en órdenes relativos diferentes.

Se van a distribuir trece puestos de trabajo de diferentes tipos ( A hasta la M ) necesarios para la fabricación de cuatro piezas diversas, cuyas gamas de fabricación se dan en la Tabla 1.

En esta tabla 1, las operaciones estan distribuidas en trece columnas en el orden de las gamas; cuando el número de operaciones es superior a trece, se ponen varias en la misma columna, y si es inferior se les reparte.

En la columna de la derecha de la tabla, se indica para cada pieza el numero de unidades correspondientes a la producción anual.

En la segunda tabla ( Tabla 2 ) se presenta una línea por tipo de puesto de trabajo y trece columnas como anteriormente. Las trece columnas representan trece situaciones sucesivas en la línea de distribución. En cada línea y en cada columna, se anota el número de unidades correspondientes a las indicaciones de la tabla 1. Se obtinen de esta manera un número para cada casilla que mide el interés existente en disponer cada puesto de trabajo en un emplazamiento determinado.



TABLA 1

PIEZAS	GAMA DE OPERACIONES													N
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
w	A		B	C		E		I		J	K	L	M	12
x	A	G		C		F	H		K			L	M	84
y	A	D	E		K	J		L					M	100
z	A		B		C		F		K	J	E	L	M	10

TABLA 2

PUESTOS	INTERES DE LOS EMPLAZAMIENTOS													TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
A	206													206
B			22											22
C				96	10									106
D		100												100
E			100			12					10			122
F						84	10							94
G		84												84
H							84							84
I								12						12
J						100				22				122
K					100				94		12			206
L								100				106		206
M													206	206

Si los emplazamientos representados en las columnas, estan espaciados por igual, se pueda decir que la mejor distribución posible para cada puesto, viene dada por el centro de gravedad de las indicaciones de la tabla 2, referidas a la figura 6. De esta forma, para el puesto J, se tiene sobre la escala de distancias un punto en 6 de peso 100 y un punto en 10 de peso 22. La media ponderada se calcula de la siguiente forma:

$$( 100 \times 6 ) + ( 22 \times 10 ) = 6.72$$

---


$$( 100 + 22 )$$

Por lo tanto el puesto J deberá colocarse en un emplazamiento situado sobre la escala de distancia a 6.72 aproximadamente. En la distribución real se dispondrán en este orden pero con las distancias correspondientes a sus dimensiones respectivas y los pasos necesarios.

#### - DIAGRAMA DE RELACIONES INTERDEPARTAMENTALES.

Como se puede observar los dos métodos anteriores cubren el aspecto cuantitativo para la búsqueda de la solución de la distribución, pero falta considerar el aspecto cualitativo de las relaciones existentes entre los departamentos o puestos de trabajo.

Para especificar la relación existente entre cada departamento se considera el cuadro de secuencia de operaciones de cada producto, además, para abarcar la relación de que necesariamente tienen que estar lejos se tomó en cuenta los

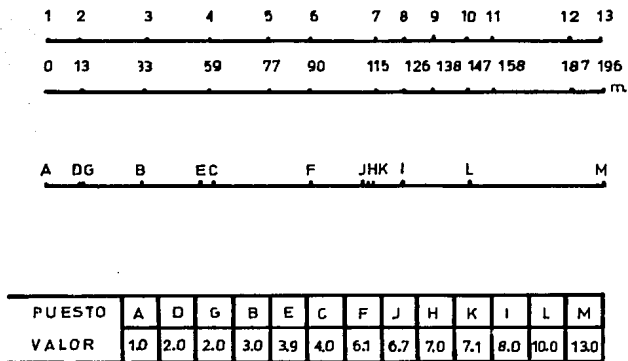


FIGURA 6

siguientes aspectos:

- Relación de lejanía entre los departamentos de pintado y almacenado de herramientas, debido a que en el almacén se encuentran aparatos de medición delicados.

- Relación de lejanía entre los departamentos de taladrar y soldar con autógena, debido a que en ciertos casos se traladan ángulos de espesor considerable provocando chispas al contacto de los dos metakes provocandose una explosión si existiera una fuga de los tanques que se utilizan, en pocas palabras se consideró así como peligroso debiendo adoptar las medidas de seguridad necesarias.

- Relación de lejanía entre los departamentos de soldar por puntos y soldar con autógena, debido al mismo caso anterior, por lo tanto sera necesario establecer medidas de seguridad.

-Relacion de lejanía entre los departamentos de soldar autógena y de pintar, debido a que las pinturas son altamente inflamables, por lo tanto corresponde al mismo caso anterior.

A continuación se visualiza el cuadro de relaciones interdepartamentales figura 7 reordenandolo para obtener la combinación mas satisfactoria.



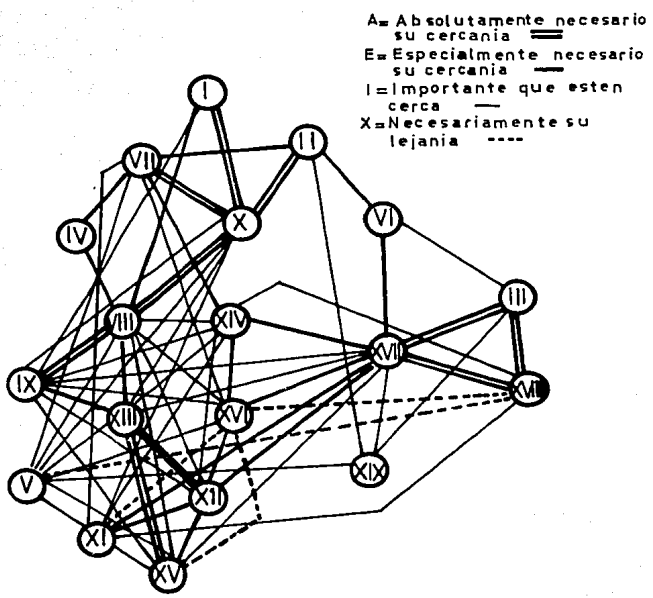


FIGURA 7

## CAPITULO V.

## - FASE DE ELECCION

- PROCEDIMIENTO PARA LA BUSQUEDA DE LA SOLUCION PROPUESTA.
- PLANO DE LA DISTRIBUCION DEPARTAMENTAL PROPUESTA.
- PLANO DE LA DISTRIBUCION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO PROPUESTO.
- DIAGRAMA DE PROCESO DE RECORRIDO DEL DUCTO DE AIRE, METODO PROPUESTO.

-FASE DE ELECCION.

A través de la fase de síntesis ( capítulo anterior ) se analizó la distribución actual abarcando los siguientes aspectos:

- Aspecto cualitativo: consistente en el cuadro de relaciones interdepartamentales donde a base de un criterio establecido se especifica la proximidad o peligrosidad existente entre los departamentos.

- Aspecto cuantitativo: consistente en el uso del método de la gama ficticia y del método de eslabones para analizar numéricamente la distribución actual, y a su vez, exponen una distribución de los departamentos propuesta.

Para realizar esta parte del proyecto de la Distribución de Planta se consideran las siguientes fases:

- Fase I: Integración externa (aspectos cuantitativos y cualitativos).

- Fase II: Plan general de la Distribución de los departamentos.

- Fase III: Plan detallado de la distribución de los departamentos.

- Fase IV: Plan de análisis de la solución propuesta.

- Fase V: Instalación de la distribución recomendada ( próximo capítulo ).

- Fase I: Primero se tratará de abarcar los aspectos cuantitativos y cualitativos anteriormente nombrados, además de



los requerimientos de espacio y seguridad, considerandolos fuera de donde se nos presentan las áreas problema ( en contra de los objetivos trazados). De esta manera los problemas específicos de la Distribución de Planta son correlacionados con situaciones o condiciones externas sobre las cuales se puede tener o no control.

- Fase II: En esta fase se incluye un plan general de la distribución de Planta propuesta, figura 8 ( obtenido despues de sucesivos ensayos ), en que las soluciones consideradas a través de las áreas mayores de los departamentos fueron establecidas.

-Fase III: En el plan detallado de la Distribución de Planta se especifica la posición exacta y el área de servicio y de trabajo de cada máquina, la ubicación de los almacenes temporales, la ubicación y el área de cada pasillo, a través de sucesivas combinaciones y tomando en cuenta las limitaciones físicas ( utilización de planos ) se obtiene la distribución propuesta, figuras 9 y 10.

- Fase IV: Para el análisis de la Distribución propuesta se comprueban que los objetivos que se trazaron en un principio han sido alcanzados, logrando un aumento de la productividad a través de una mejor Distribución de los departamentos, por lo que:

- Se disminuye la longitud de los circuitos de manutención o diagramas de proceso de recorrido, figura 11.

- Se utiliza el espacio de una forma adecuada.

- Se crean mejores condiciones de trabajo y una mejor impresión de orden de la fabricada..

- Se evitan tiempos perdidos en desplazamientos innecesarios.

- Se aumentara la producción y disminuirán los costos de fabricación cuando este implantada la Distribución de Planta propuesta debido ,al análisis realizado.

## DIAGRAMA DE UBICACION GENERAL RELACIONANDO LOS DEPTOS.

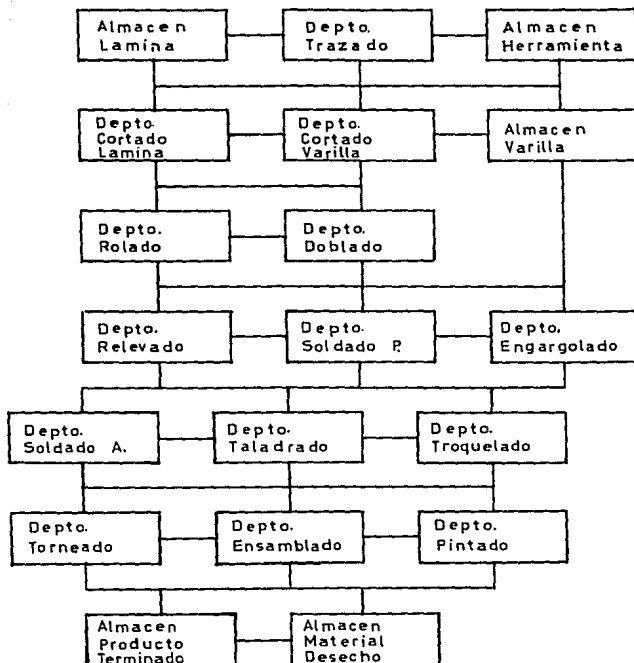


Figura 8

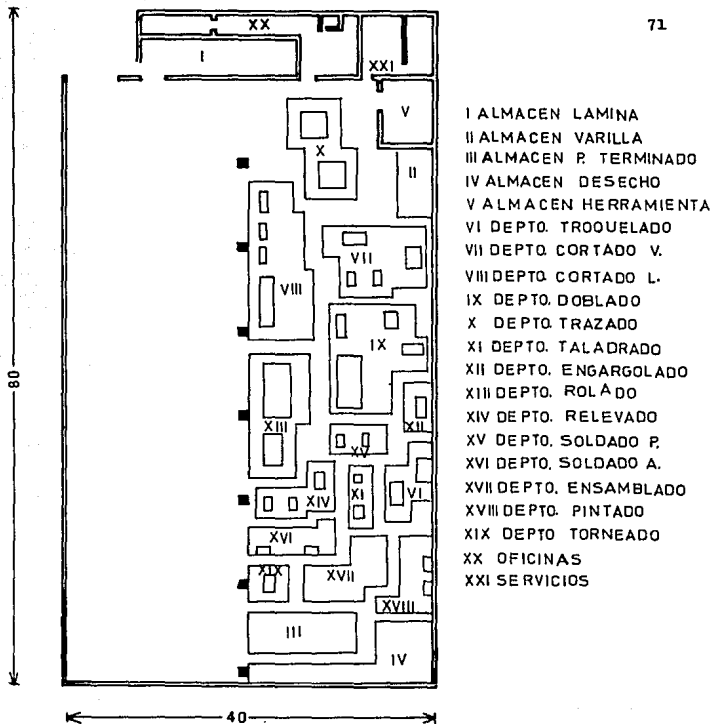


Figura 9

Facultad Ingeniería UNAM
Tesis I.M.E.(Ind) Luis Prieto F.
escala: 1/400 Distribución pro-
yecto: m. puesta deptos.

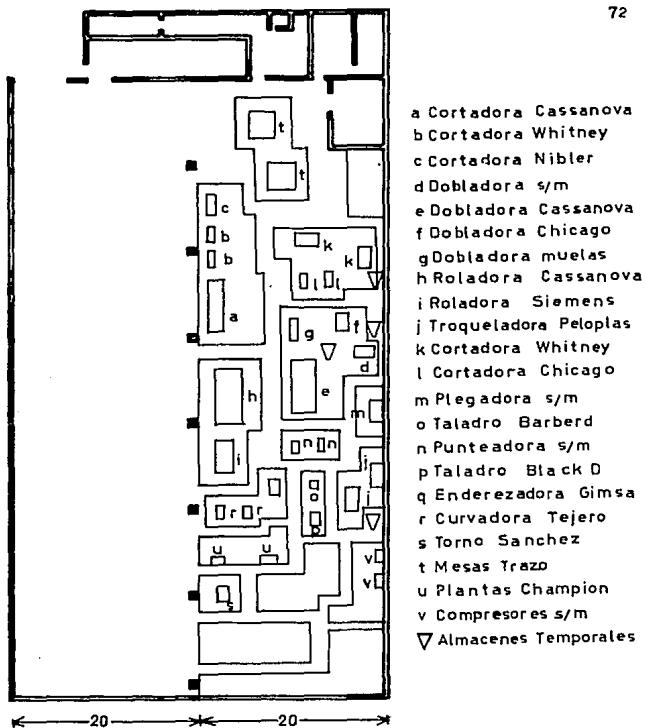


Figura 10

Facultad Ingenieria UNAM
Tesis IME (Ind) Luis Prieto F
escala: 1/400. Distribucion pro-
acot: m. puesta maq.

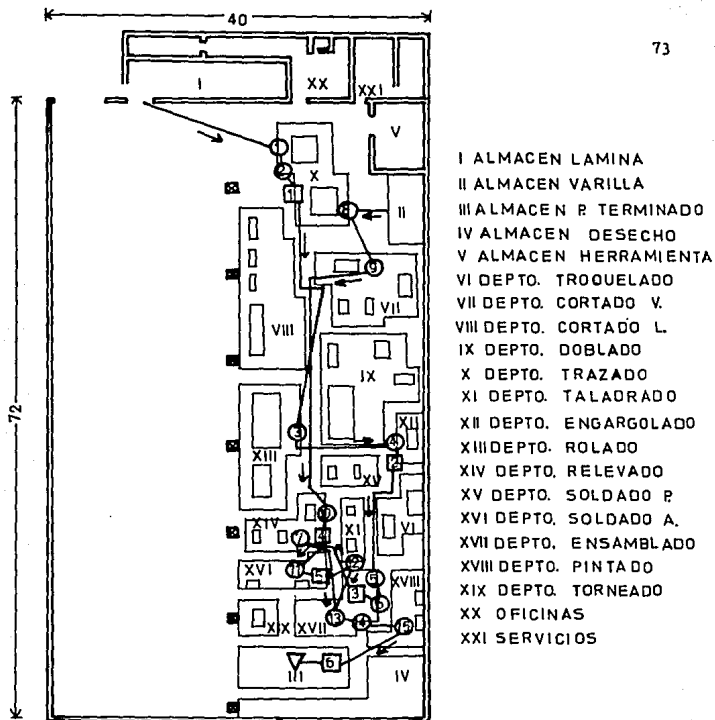


Diagrama P Recorrido del Ducto Método Propuesto  
 Distancia total aproximada 159,2 m

Figura 11

Facultad Ingeniería UNAM
Tesis IME(Ind) Luis Prieto R
escala 1:400 Diagrama P Recorrido Ducto MP

## CAPITULO VI

## INSTALACION DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA PROPUESTA.

- REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACION DE LA DISTRIBUCION PROPUESTA.
- TABLA DE ESPECIFICACIONES DEL MOVIMIENTO DE MAQUINARIA.
- DIAGRAMA PERT.
- TABLA DE DATOS PARA EL DIAGRAMA PERT.
- DIAGRAMA DE GANTT O DE BARRAS.

- INSTALACION DE LA DISTRIBUCION PROPUESTA.

Despues de haber analizado la distribución propuesta y ver que los objetivos desde el principio trazados fueron alcanzados, se tratará a continuación la aplicación del proyecto, cuantificando el tiempo necesario y los factores involucrados para su elaboración.

Se deberá de considerar para el movimiento de los departamentos los siguientes puntos:

a) Se programará el movimiento de las máquinas en forma general para que haya espacio disponible en el traslado.

b) El tipo de cimentación de la fábrica tiene espesor y características constantes para las dos naves, de acuerdo a la maquilnaria existente.

c) Para la fijación de las máquinas: cortadora Cassanova, dobladora Cassanova, roladora Cassanova y cortadora Whitney ( a, e, h, i y k respectivamente), se tomará en cuenta su apoyo al suelo a base de tornillos.

d) Como ya se nombró anteriormente los servicios se encuentran en las paredes y las vigas ( energía eléctrica), sus instalaciones se encuentran al aire libre actualmente por lo tanto se propone la utilización de tubos de lámina hechos en la misma fábrica, para la protección de los cables y como medida de seguridad para el obreo. Para el caso de las punteadoras que requieren una conexión de agua, se recomienda la utilización de tubos de cobre subterráneos.



e) El tipo de iluminación no varía de un lugar a otro de la fábrica, por lo que permanece constante.

f) Debido a que no existe una delimitación de los departamentos se propone la especificación de espacio necesaria para cada máquina utilizando líneas rectas amarillas de un espesor de cinco centímetros.

g) Para un futuro, cuando se encuentre la otra nave ocupada, se buscará una salida propuesta al final de la nave destinada a la producción de piezas laminadas, aprovechando el terreno lateral y obteniéndose a su vez un mejor flujo para el producto terminado.

A continuación se presenta la Tabla III donde se especifica el nombre y la cantidad de las máquinas, número de personas utilizadas en su traslado y tiempo aproximado, distancia aproximada y sus consideraciones debido a dicho movimiento.

En forma general se considera la utilización de doce trabajadores ( estibadores ) para el traslado de la maquinaria, ocupando el sábado a partir de las 11 a.m. para no interrumpir el programa de producción, ya que en dicho momento hay un receso de las actividades laborales de la semana debido a la limpieza general de la fábrica. Se tomará en cuenta además que las máquinas que necesitan un tipo de fijación especial y la limitación de los departamentos puede hacerse en los días anteriores al cambio sin influir en forma importante en dicho momento de traslado.

Para abarcar el costo de implantación de la distribución propuesta se podrá considerar las horas laboradas por el trabajador con relación al salario mínimo vigente en el momento de cambio, el precio de la pintura y el costo ocasionado por el cambio de los puntos de sujeción de las máquinas.

Para la programación del movimiento de las máquinas se considera el método PERT.

-DIAGRAMA PERT.

Este método o diagrama es un medio de pronóstico de planeación y control que revela gráficamente el camino óptimo a seguir para llegar a un objetivo determinado por lo general en terminos de tiempo.

Utilizando estimaciones se puede obtener una distribución de probabilidad del tiempo necesario para realizar la actividad. En el diagrama PERT los eventos, no presentados por los nodos son posiciones en tiempo que señalan el principio y/o la determinación de una operación o de un grupo de operaciones en particular.

Las partes de un nodo son:

- Parte superior, que nos representa el número de evento.
- Parte inferior izquierda, que nos representa el TOP, que es el tiempo mas temprano que se calcula comenzando por el primer evento y trabajando hacia adelante.
- Parte inferior derecha, que nos representa al TOL que es el tiempo del evento mas lejano y viceversa al TOP.

En cada operación o grupo de operaciones es un departamento la actividad se representa con un arco en el diagrama PERT, en cada arco se anota un número que indica el tiempo necesario para determinar la actividad. Las actividades en las que no hay tiempo ni costo, pero, son necesaria para mantener una secuencia correcta, se les designa como falsas actividades y se marcan con líneas punteadas.

El tiempo mínimo necesario para llevar a cabo el proyecto total correspondera al trayecto mas largo desde el nodo inicial hasta el final. Este trayecto recibe el nombre de ruta crítica y es el que establece el tiempo mínimo de trayecto.

Es claro que las actividades que no se hallan en el camino crítico tienen una cierta flexibilidad o libertad de tiempo, que se denomina flotación. La cantidad de flotación se calcula restando el TOP Y el TOL. Por lo tanto la flotación es la cantidad de tiempo en que se puede alargarse una actividad no crítica sin que retrase la fecha de terminación de la obra o proyecto.

A continuación se muestra el diagrama PERT obtenido para el traslado de las máquinas.

Para poder visualizar el diagrama PERTT se utiliza el diagrama de Barras o de Gantt, donde nos indica el principio y la terminación de cada actividad en le periodo de tiempo que le corresponde, así como la flotación de cada actividad.

TABLA III

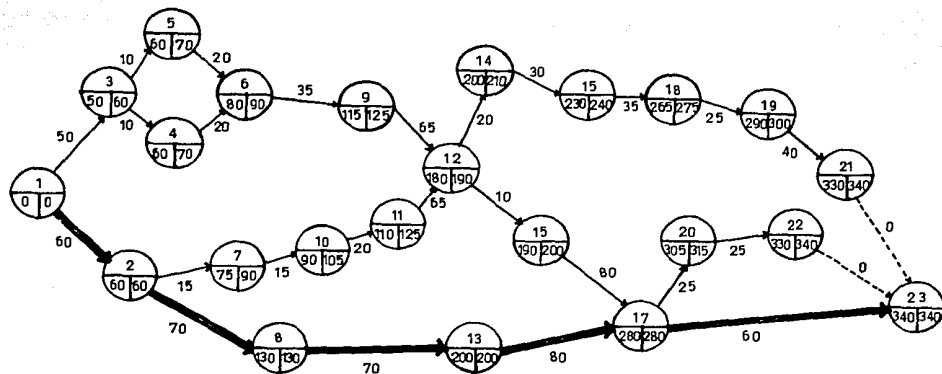
## - ESPECIFICACIONES DEL MOVIMIENTO DE MAQUINARIA.

NOMBRE Y CANTIDAD DE MAQUINARIA	LETRA ASIG.	Nº. PERSONAS UTILIZADAS.	TIEMPO APROX. (Min.)	DISTANCIA APROX. (m)	CONSIDERACIONES
CORTADORA CASSANDVA (1)	a	8	50	6.4	METODO I. PARA SU TRASLACION ES NECESARIO LEVANTAR PRIMERO LA MAQUINA CON AMORTIGUADORES. SE COLOCAN TUBOS DE ACERO QUE TIENEN LA FUNCION DE RODILLOS; SE EMPIEZA A JALAR Y LOS TUBOS POR LOS QUE YA PASO SE COLOCAN ADELANTE.
CORTADORA WENTLEY (2)	b	4	50	2.8	SE UTILIZA EL METODO I
CORTADORA WIELER (1)	c	4	20	18.2	METODO II. SU TRASLADO ES CARGANDOLA O CON LA AYUDA DE UN CARRO PLATAFORMA.
DOBLADORA S/M (1)	d	4	20	19.2	SE UTILIZA EL METODO II
DOBLADORA CASSANDVA (1)	e	8	70	14.8	SE UTILIZA EL METODO I
DOBLADORA CHICAGO (1)	f	4	30	22.4	SE UTILIZA EL METODO II
DOBLADORA MUELAS (1)	g	4	50	28.8	SE UTILIZA EL METODO II
ROLADORA CASSANDVA (1)	h	8	80	26.4	SE UTILIZA EL METODO I
ROLADORA SIEMENS (1)	i	5	60	16.0	SE UTILIZA EL METODO I
TROQUEL PELOFLAS (2)	j	4	70	25.2	SE UTILIZA EL METODO I
CORTADORA WENTLEY (2)	k	8	65	14.8	SE UTILIZA EL METODO I
CORTADORA WENTLEY (2)	l	8	70	9.6	SE UTILIZA EL METODO II

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

FLEGADORA S/M (1)	m	2	10	0.0	METODO III. SU TALLADO ES MUY DIFÍCIL DEBIDO A QUE TIENE CUATRO RUEDAS EN SU BASE.
PUNTEADORA S/M (2)	n	2	25	7.1	SE UTILIZA EL METODO III
TALADRO BARNERD (1)	o	2	15	6.0	SE UTILIZA EL METODO III
TALADRO BLACK D. (1)	p	2	10	7.2	SE UTILIZA EL METODO III
ENDEREZADORA (1)	q	4	25	15.2	SE UTILIZA EL METODO III
CURVADORA (2)	r	2	40	14.0	SE UTILIZA EL METODO III
TORNO SANCHEZ (1)	s	4	25	13.2	SE UTILIZA EL METODO III
MESAS TRAZO (2)	t	2	15	8.6	SE UTILIZA EL METODO III
PLANTAS CHAMPION (2)	u	2	10	6.8	SE UTILIZA EL METODO III
COMPRESORES S/M (2)	v	2	20	37.6	SE UTILIZA EL METODO III

## DIAGRAMA PERT

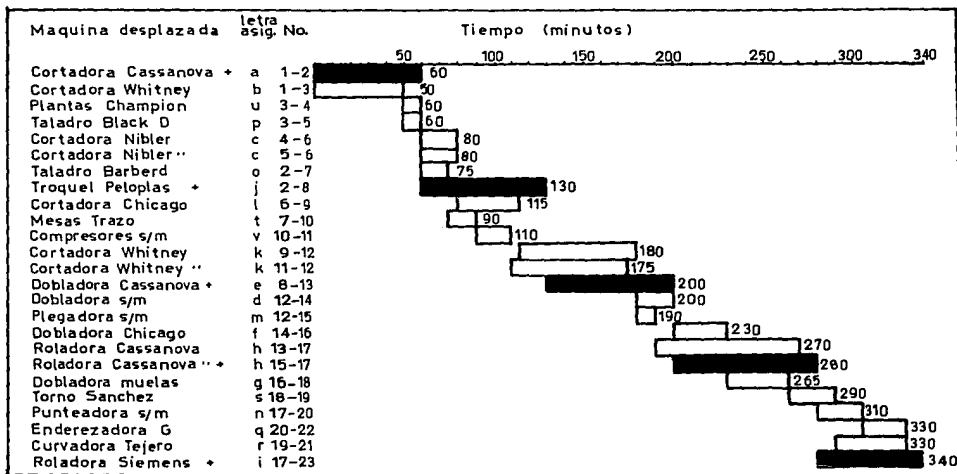


Ruta Crítica =  
1-2-8-13-17-23

TABLA DE DATOS DEL DIAGRAMA PERT <sub>2</sub>

Desplazamiento maquina	No.	Letra asig.	personas utilizadas	tiempo aprox(Min)	tiempo acumulado(Min)
Cortadora C.	1-2	a	8	60	60
Cortadora W.	1-3	b	4	50	50
Plantas Ch.	3-4	u	2	10	60
Taladro B. D.	3-5	p	2	10	60
Cortadora N.	4-6	c	4	20	80
Cortadora N.	5-6	c	4	20	80
Taladro B.	2-7	o	2	15	75
Troqueladora P.	2-8	j	6	70	130
Cortadora Ch.	6-9	l	4	35	115
Mesas Trazo	7-10	t	2	15	90
Compresores	10-11	v	2	20	110
Cortadora W.	9-12	k	6	65	180
Cortadora W.	11-12	k	6	65	180
Dobladora C.	8-13	e	6	70	200
Dobladora s/m	12-14	d	4	20	200
Plegadora G.	12-15	m	2	10	190
Dobladora Ch.	14-16	f	4	30	230
Roladora C.	13-17	h	8	80	280
Roladora C.	15-17	h	8	80	280
Dobladora M.	16-18	g	4	35	265
Torno S.	18-19	s	4	25	290
Punteadora	17-20	n	2	25	305
Curvadora T.	19-21	r	2	40	330
Enderezadora	20-22	q	4	25	330
-	21-23	-	-	0	330
-	22-23	-	-	0	330
Roladora S.	17-23	i	6	60	340

## DIAGRAMA DE GANTT (BARRAS)



+ Ruta crítica

.. Su repetición es debido al número de personas utilizadas



**CONCLUSIONES**

### CONCLUSIONES

Del estudio que se realizó se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se eliminan las herramientas en los pasillos, los corredores peligrosos, la posibilidad de resbalones, etc.

- Al disminuir las distancias del recorrido y distribuir mejor los pasillos, almacenes, equipo y hombres, se aprovecha correctamente el espacio.

- Al agrupar de una forma adecuada la maquinaria y equipo, se acortan las distancias entre estas.

- Al seguir una secuencia lógica y al disminuir las distancias, el material en proceso, las herramientas y accesorios permanecen menos tiempo durante el proceso de fabricación, por lo que se obtiene también una disminución de las demoras.

- Al disminuir las distancias, demoras y almacenamientos innecesarios de la herramienta y accesorios, el producto estará listo para la venta más rápidamente.

- Se aumenta el área de visión, necesitando los jefes de turno moverse menos para supervisar.

- Al reunir equipos similares, se facilitará la contabilidad de costos.

- Al reunir los equipos similares y al separarlos de otros que los puedan dañar, se aumenta la vida del equipo y se facilitan las reparaciones.

- Con una mejor ordenación y limpieza, se obtienen mejores condiciones sanitarias que son indispensables tanto para la

calidad de ciertos productos, como para favorecer la salud de los empleados.

- Con áreas bien definidas y herramienta bien clasificada y ordenada, se obtiene un mejor aspecto de las zonas de trabajo mejorando la impresión que reciban los visitantes y obteniéndose un efecto psicológico muy favorable para el personal.

- Con la aplicación de las técnicas que nos ofrece la Ingeniería Industrial se -- pueden resolver los errores existentes en nuestro sistema productivo, de esta manera, se logrará una mayor productividad para que la pequeña y mediana industria puedan competir en el mercado nacional e internacional.

## BIBLIOGRAFIA.

- BIBLIOGRAFIA.

- Administración de operaciones.  
Schroeder Robert Edit. Mc. Graw Hill.
- Apuntes de Diseño de Sistemas Productivos.  
Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
- Apuntes de Estudio de Trabajo.  
Facultad de Ingeniería U.N.A.M.
- Distribución de Planta y Manejo de Materiales.  
Centro Nacional de Productividad.
- Distribución en Planta.  
Muther Richard Edit. Hispano Europea.
- Gestión de la Producción y Dirección de Operaciones.  
Chase R. S. y Aquilano N. J. Edit. Hispano Europea.
- Manual del Estudio del Trabajo.  
Organización Internacional del Trabajo.
- Manual de Ingeniería Industrial.  
Maynard H. B. Edit. Mc Graw Hill.
- Manuales prácticos de Gestión de Empresas. Distribución de  
Planta.  
Pierre Michel Edit. INFCTEC.
- Manual de la Producción.  
Alford y Bangs Edit. UTEMA.
- Materiales y procesos.  
Degarmo Paul Edit. Reverte.
- Plant Lay out and Materials Handling.  
Apple James A. Edit. Ronald Press.
- Trabajos de los Metales en Láminas.  
Quercy A. Edit. Bilbao.