

9 D
2ej

Universidad La Salle

Escuela de Ingeniería Industrial
Incorporada a la U.N.A.M.

**Manual para incrementar y mejorar la
productividad mediante la Distribución de
Planta aplicada a la Industria en General.**

**Tesis Profesional
que para obtener el Título de
Ingeniero Mecánico Electricista
Área Principal en Ingeniería Industrial
presenta**

Arturo I. de Córdova Sánchez.

DIRECTOR DE TESIS: ING. ENRIQUE GARCÍA BELGADO

México, D.F.

Enero, 1989

FALLA DE ORIGEN



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

Capítulo I

Tipos de Distribución de Planta	5
1.1. Distribución por componente fijo	5
1.1.1. Clasificación de empresas por componente fijo	6
1.2. Distribución de Proceso	6
1.2.1. Clasificación de empresas por proceso	7
1.3. Distribución por producto	7
1.3.1. Clasificación de empresas por producto	7

Capítulo II

Procesos para realizar una buena distribución de Planta en base al principio de Distribución que se considere de mayor importancia en ella	8
2.1. Consideraciones Generales	8
2.2. Proceso de Distribución de Planta en base al principio de circulación o flujo de materiales	8
2.2.1. Definición del Principio de Circulación	8
2.2.2. Medios o Instrumentos considerados por el principio	9
2.2.3. Etapas o fases que se deben seguir	12
2.2.4. Clasificación de empresas que toman como base el principio de circulación para su distribución de planta	15
2.3. Proceso de distribución de Planta en base al principio de la mínima distancia recorrida	15
2.3.1. Definición del principio	15
2.3.2. Medios para determinar la distribución	16
2.3.3. Etapas o fases que se deben seguir	21

2.3.4. Clasificación de empresas que toman como base el principio de la mínima distancia recorrida.....	22
2.4. Proceso de Distribución de Planta en base al principio de espacio cúbico.....	22
2.4.1. Definición del principio de espacio cúbico.....	22
2.4.2. Medios para determinar la disposición de áreas.....	23
2.4.3. Etapas o fases que se deben seguir.....	25
2.4.4. Clasificación de empresas que toman como base el principio de espacio cúbico.....	26
2.5. Proceso de distribución de Planta en base al principio de seguridad y satisfacción.....	28
2.5.1. Definición del principio de seguridad y satisfacción.....	28
2.5.2. Herramientas o medios que se emplean.....	29
2.5.3. Etapas o fases que sigue este principio.....	30
2.5.4. Clasificación de empresas que toman como base el principio de seguridad y satisfacción.....	37
2.6. Proceso de Distribución de Planta en base al Principio de Flexibilidad.....	38
2.6.1. Definición del Principio de Flexibilidad.....	38
2.6.2. Herramientas o medios que se emplean.....	39
2.6.3. Etapas o fases que sigue este principio.....	40
2.6.4. Clasificación de Empresas que toman como base el Principio de flexibilidad.....	43
Capítulo III	
EVALUACION	44
3.1. Técnicas e Instrumentos de evaluación.....	44

3.2. Clasificación de Jerarquización	45
3.3. Ampliación por factores	46
3.4. Modelo de la planeación sistemática de la Distribución de Planta	46
3.5. Primera Etapa Carta de relaciones de Actividades	47
3.6. Segunda Etapa Requerimientos y acondicionamientos de los espacios	49
3.7. Tercera Etapa Diagrama de actividades relacionadas	50
3.8. Cuarta Etapa Distribución y Relación de Espacios	57
3.9. Quinta Etapa Evaluación de Alternativas de Arreglo	60
3.10. Sexta Etapa Detalle del Plan seleccionado de Distribución	79
Capítulo IV	
IMPLANTACION	81
4.1. Presentación del Sistema	81
4.2. Notificación de áreas afectadas	82
4.3. Tiempo y Lugar adecuados	82
4.4. Dirección de Juntas	82
4.5. Ayudas audiovisuales, carteles	83
4.6. Implantación y evaluación del nuevo sistema	83
4.7. Análisis y cuestionamientos sobre el proceso productivo	85

Conclusiones	92
Anexos	94
Bibliografía	

INTRODUCCION

La ordenación de las áreas de trabajo es históricamente tan antigua como el hombre. las primeras ordenaciones de las áreas de trabajo eran realizadas por el hombre que ejecutaba el trabajo, todas estas distribuciones muestran áreas de trabajo para una misión o servicio específico, pero no se observa la aplicación de ningún principio por lo cual significa que las primitivas distribuciones de trabajo no fueron efectivas, para una producción abundante.

El emplear el término "Distribución de Planta" que implica la "ordenación racional de los elementos de Producción Industrial" que queremos significar como el ubicar en su sitio máquinas, herramienta y accesorios, optimizar espacios necesarios para el movimiento de materiales, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las actividades o servicios, como el equipo de trabajo y personal de taller.

Con el advenimiento de la Revolución Industrial, hace 200 años, el análisis de la ordenación de fábricas se transformó en objetivo económico para los propietarios, las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización del equipo, con el tiempo los propietarios empezaron a crear especialistas para estudiar los problemas de distribución, con ellos llegaron los principios y técnicas que hoy conocemos.

Ahora bien, para que un proceso productivo de buenos resultados desde los puntos de vista de su productividad, calidad, economía, y de sus precios competitivos de productos, es esencial dentro de los elementos de Producción Industrial.

En el medio Industrial Interaccionan dos grupos de personal, el primer grupo envuelve al "No profesional", la persona no experta en técnicas de Distribución de Planta.

Este primer grupo comprende a: El Gerente de Producción de un pequeño negocio, el analista y personal de sistemas generalmente no familiarizado con áreas de servicio o de distribución de oficinas, jefes de departamento o supervisión de área, quien esta enterandose con una planeación de espacio o un arreglo de lugares de trabajo.

La verdad es que casi todos alguna vez enfrentamos el problema de arreglar el espacio de distribución y el que lo hace tiene un acercamiento y un conjunto de procedimientos a seguir.

El segundo grupo es el de Ingenieros en distribución, el experto en planeación de áreas productivas.

En esta Tesis, de acuerdo con los fundamentos básicos, es una guía para resolver problemas de distribución de planta, conocimientos de estos dos grupos y principalmente para el grupo no profesional, para el cual siento una necesidad de exponer un método simple de distribución de áreas basadas sobre ideas fundamentales y aplicables a cualquier espacio.

Aunque existen tres tipos de Distribución de Planta, de acuerdo a la naturaleza de producción y que se definen en el Capítulo I, esta Tesis se enfoca a las distribuciones por proceso y producto que básicamente comprenden la mayoría de las Empresas Manufactureras.

En el Capítulo II, que prácticamente cubre el objetivo de esta Tesis, se incluyen cinco procedimientos para realizar o resolver un problema de Distribución de Planta, derivados de los principios básicos para una buena Distribución de Planta. Además se presenta una clasificación de Empresas las cuales toman como base el principio de distribución de mayor importancia en ellas.

Por otra parte los Capítulos III y IV, describen las técnicas para la evaluación de la mejor distribución y la implantación de esta, así como un ejemplo y los diferentes pasos a seguir para facilitar dichas técnicas de mejora o de implantación de distribución.

LA PARTICIPACION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL PARA LA REALIZACION DE ESTE TEMA.

Se puede decir que al nivel más global el Ingeniero Industrial, estudia las organizaciones productivas de los bienes y servicios.

Esto, sin embargo es común a otras profesiones, como la Administración. Es pues necesario mencionar algunas de las tareas específicas del Ingeniero Industrial.

En las actividades primarias, el Ingeniero Industrial participa al desempeñar funciones como: La selección del equipo más adecuado para la explotación de los recursos naturales, (considerando la disponibilidad y costo de los recursos), la localización de almacenes, la selección de rutas y medios de distribución de los productos, la formulación y evaluación de proyectos para beneficiar, industrializar y comercializar, los productos de este sector, al igual que el diseño de modelos para pronosticar consumos de productos y recursos naturales, etc.

En la Actividad Industrial participa con:

La selección de los métodos y procesos de operación óptima para efectuar una cierta tarea, diseño e implantación de métodos de trabajo, la selección de las herramientas y el equipo necesario, el diseño de instalaciones, incluyendo distribución de edificios y maquinaria, equipos, la evaluación de proyectos de inversión, estudios de localización de plantas, el diseño de proyectos de mejoramiento de sistemas de planeación y control para la producción, calidad, mantenimiento de planta e inventarios, etc.

La Ingeniería Industrial resalta el carácter interdisciplinario de la misma al incluir el diseño, operación, evaluación y modificación de los sistemas de actividad humana. El Ingeniero Industrial debe entender la naturaleza de las motivaciones de la gente, sus limitaciones físicas y psicológicas, sus reacciones, particularmente las que se relacionan con el trabajo.

El Ingeniero Industrial debe ser capaz de especificar, predecir y medir el desempeño de los sistemas integrados, el Ingeniero Industrial debe ser de diseñar métodos de trabajo, sistemas de inventarios, programas y planes, lugares de trabajo, distribución de plantas y sistemas que sean compatibles y

aceptados por el trabajador, al mismo tiempo que sean efectivos desde el punto de vista de productividad y costo.

Se puede resumir que el Ingeniero Industrial, no es una persona que trabaja aislado, sino en colaboración estrecha con elementos de otras disciplinas como son: las del comportamiento humano, administrativo y financieros, ciencias básicas y sociales, otras ramas de la ingeniería y matemáticas aplicadas, sistemas de información y disciplinas de apoyo.

CAPITULO I

TIPOS DE DISTRIBUCION DE PLANTA

Consideraciones Básicas.

Antes de empezar a clasificar y analizar las ordenaciones o distribuciones para una producción, debemos comprender claramente lo que es producción.

La producción es el resultado obtenido de un conjunto de hombres, materiales y maquinaria actuando bajo una forma de dirección.

Los hombres trabajan bajo cierta clase de material, con ayuda la maquinaria cambia la forma o característica del material, o le añaden otros materiales distintos para convertirlo en un producto.

Debemos tener en cuenta que al menos uno de los elementos de producción debe moverse. Cuando los hombres, los materiales y la maquinaria permanecen todos estacionados, no puede haber producción en un sentido industrial y precisamente es donde principian muchos estudios de distribución, con un análisis de los cuales serán los elementos que deberán moverse.

Cuando las máquinas son pequeñas generalmente resulta fácil moverlas, cuando las máquinas y los materiales no pueden moverse, el hombre es el que lo hace, es lo más común, excepto cuando este es de grandes dimensiones o difícil de transportar, cuando exista solamente en el proceso o cuando el producto terminado deba permanecer fijo en el lugar en que se produjo.

1.1. Distribución por componente fijo.

Es cuando el componente del producto no se mueve, y a él llegan materiales restantes, hombres y maquinaria.

Este tipo de distribución se emplea cuando es muy costoso o difícil de mover al componente principal siendo además que se produce uno o pocos artículos iguales, por lo cual métodos y diseños no son fáciles de estandarizar.

Generalmente la maquinaria y herramienta empleada en el ensamble son pequeñas y fáciles de transportar.

El movimiento de materiales componentes es intenso, el tiempo de paso del producto es lento, por lo que no se pueden obtener fuertes volúmenes de producción.

1.1.1. Ejemplos de empresas con este tipo de distribución por componente fijo son:

- La Construcción de barcos.
- La Construcción de aviones.
- La Fabricación de maquinaria especial.
- Las Subestaciones.

1.2. Distribución de Proceso.

En este caso se agrupan la maquinaria y el personal de acuerdo a la característica principal del proceso dando lugar a departamentos de prensado, pintura, ensamble etc., de esta manera la maquinaria, en ocasiones el personal, quedan fijos mientras el material avanza hacia las máquinas que deberán procesarlo. Ver anexo (A).

Este tipo de distribución por proceso se emplea cuando la variedad de productos rebasa a la necesaria y la serie de cada artículo es término medio, siendo además la maquinaria costosa y difícil de mover, por lo que se busca lograr un buen aprovechamiento de la capacidad disponible. Esta distribución tiene la ventaja de ser flexible tanto a la demanda como a la variedad de productos y tiene la facilidad para mantener la continuidad de la producción aun presentados los problemas comunes en maquinaria, materiales y personal. Este tipo de distribuciones en su manejo interno es muy intenso y difícil de mecanizar, además de la propia distribución contribuye a tener material en proceso, otra dificultad es la de programar y controlar la producción, tanto de materiales, maquinaria y personal.

1.2.1. Ejemplos de empresas con este tipo de distribuciones de proceso son:

- Empresas metal-mecánicas.
- Empresas automotrices.
- Empresas de Auto-partes.
- Calzado.

1.3. Distribución en línea o de acuerdo al producto.

Se ubica al personal y al equipo de acuerdo al proceso de manufactura, de tal manera que se obtiene una línea de producción en la que sólo se mueve el material. Ver anexo (8).

Este tipo de distribución se emplea sólo cuando el volumen de Producción alcanza un nivel elevado y además se tenga una variedad mínima de productos, con lo cual se logra una velocidad de paso elevada, reduciendo el proceso, se emplea esta distribución en línea cuando se requiere una mayor división del trabajo y se emplee personal no especializado. Su utilización es positiva cuando se requiere tener una mejor supervisión del personal.

1.3.1. Ejemplos de empresas con este tipo de distribución son:

- Radios.
- Refrigeradores.
- Automóviles.
- Plancha.
- Confección.

CAPITULO II

PROCEDIMIENTOS PARA REALIZAR UNA BUENA DISTRIBUCION DE PLANTA EN BASE AL PRINCIPIO DE DISTRIBUCION QUE SE CONSIDERA DE MAYOR IMPORTANCIA EN ELLA.

2.1. Consideraciones Generales.

Es preciso proyectar el equipo de la fábrica de manera que se facilite el trabajo económico de los materiales a través de los procesamientos y de las diversas operaciones. Las distancias recorridas deben ser lo más cortas que sea posible; las maniobras de levantar o recoger y de depositar los productos o los herramientas deben reducirse al mínimo; lo mismo debe hacerse con el papeleo o las instrucciones a operadores. Es de esperarse que esto también represente en la producción al mínimo de costos de maniobras y de trasladados, como los inventarios de materiales en fabricación y el tiempo ocioso de la maquinaria.

Los esfuerzos inagotables para mantener el equilibrio en las operaciones obligan a aumentar constantemente el número de máquinas en ciertos sitios y retirarlos en otros. Por regla general a causa del crecimiento de las empresas, son más las máquinas añadidas que las retiradas. De cualquier manera es preciso volver a distribuir la colocación de las máquinas y reformar los sistemas de la maniobras.

2.2. Principio de Circulación o Flujo de Materiales.

Para aquellas empresas en las cuales la mejor distribución se considere la que toma como base el principio del recorrido.

2.2.1. Definición del Principio de Recorrido, Circulación, o Flujo de Materiales.

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene los áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso este en el mismo orden ó secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales, significa que el material se moverá progresivamente de cada operación ó proceso al siguiente, hacia su terminación, no deben existir retroceso de

movimientos transversales, habrá un mínimo de congestión con otros materiales y otras piezas del mismo conjunto, el material se desplazará a través de la planta sin interrupción.

Este principio no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita tampoco el movimiento a una dirección, muchas buenas distribuciones precisan de recorridos en zig-zag, o en círculo, y cuando por ejemplo trabajamos en uno de los pisos de un edificio que sólo posee un elevador la mejor distribución será la que tenga forma de "U". El concepto de circulación se concentra en la idea de un constante progreso hacia la terminación con un mínimo de interrupciones, interferencias, o congestionamientos, más bien que en una idea de dirección.

2.2.2. Medios o Instrumentos considerados por el principio.

En esencia la distribución de una planta se basa en los procesos y métodos de trabajo ya que la maquinaria y equipo dependerán casi exclusivamente de estos.

Es necesario presentar en forma clara la información precisa que se relaciona con el proceso, para llegar a una distribución de planta óptima, en base al recorrido. A continuación trataré las mejores técnicas para presentar la información de los hechos precisos relacionados con el proceso.

Uno de las herramientas más importantes para el responsable de la distribución de la planta es el DIAGRAMA DE PROCESO.

Se define el DIAGRAMA DE PROCESO como presentación gráfica de cualquier proceso de fabricación.

Para el caso de la distribución de planta en base al principio del recorrido únicamente discute el diagrama de proceso de operaciones y el diagrama de recorrido que se usan principalmente para presentar el problema, ya que un problema no puede resolverse si no es presentado correctamente.

El conjunto de procedimientos que sigue una distribución en planta del proceso productivo, ya que el principio involucra a éste.

La distribución en planta de los departamentos auxiliares la veremos en los siguientes principios.

El Diagrama de Proceso de Operaciones.

Un Diagrama de Proceso de Operaciones es una representación de los momentos en que se introducen los materiales al proceso, y de la secuencia de inspección y de todas las operaciones, excepto aquellas que tienen que ver con el manejo de materiales. Comprende la información que se considera necesaria para el análisis, tal como el tiempo requerido y lugar de localización. (Ver anexo 1).

Este diagrama de proceso de operaciones es en sí mismo, una distribución ideal del equipo. En consecuencia tanto el responsable de la distribución de planta, como los Ingenieros de Proyecto de la planta y quienes trabajan en campos relacionados, encontrarán extremadamente útil este instrumento para hacer nuevas distribuciones, y para mejorar las existentes.

Cuando se elabora un diagrama de proceso de operaciones se usan símbolos, un círculo pequeño que generalmente mida 1cm. de diámetro que denota una operación, cuando la parte que se estudia es transformada intencionalmente, o cuando es estudiada o planeada, antes de desarrollar un trabajo productivo en ella.



Operación



Inspección

Se efectúa una inspección, cuando la parte que se estudia es examinada para determinar si está en conformidad con el Estándar.

Se usan líneas verticales para indicar el flujo general del proceso, a medida que se realiza el trabajo y se utilizan líneas horizontales, que entrecruzan con líneas verticales de flujo, para indicar introducción de material y éste comparado, ó sobre el que se ha hecho un trabajo sobre el proceso.

En general el Diagrama de Proceso de Operaciones debe elaborarse de manera que las líneas de flujo verticales y las líneas horizontales, que indican material no se crucen.

El Diagrama de Recorrido.

Es necesario tener un plano objetivo en función de visualizar las áreas de Producción y Puntos de Trabajo.

Tomando un plano existente de la distribución de las áreas involucradas de la planta y bosquejando las líneas de flujo, indicando el movimiento de material de una actividad a la siguiente. La presentación objetiva de la distribución de planta y del edificio en donde aparece el lugar de todas las actividades que están registradas en el diagrama de proceso, de operaciones, se conoce con el nombre de Diagrama de Recorrido. (Ver anexo 2).

Es evidente que el Diagrama de Recorrido es un suplemento útil del Diagrama de Proceso de operaciones; en él aparece el recorrido inverso y las áreas de posible congestión de trayecto y de instalaciones, lo que permitirá programar la distribución ideal de la planta en base al recorrido.

Una de las herramientas fundamentalmente para realizar una distribución en base al recorrido, es la utilización de un tablero y plantillas de distribución en la finalidad de poseer una clara representación o reproducción de la misma para poder decenir en la demás personas, algo que las otras puedan ver claramente y además el responsable podrá ensayar varias ordenaciones, generalmente deseará disponer para ello de elementos que puedan ser plantillas, existiendo ininidad de ellas, en los Anexos 3 y 4 se presenta un resumen de los materiales para plantillas y tableros de distribución.

2.2.3. Fases que se deben seguir en el estudio de Distribución de Planta para llegar a obtener la mejor en base al Principio del Recorrido.

FASE I.- Situación actual e información básica general.

- 1) Lay-out actualizado en el caso de una redistribución.
- 2) Lista de los departamentos de la Planta de Producción del proceso productivo.
- 3) Lista de productos que se elaboran.
- 4) Diagramas de proceso de operaciones de los productos.
- 5) Diagrama de recorrido por departamento actual.
- 6) Diagrama de recorrido por estación de trabajo actual. (si la distribución es por producto).

FASE II.- Obtención de la Distribución general propuesta.

Después de identificar cada departamento y dotarlo, el primer paso es relacionar cada departamento involucrado de acuerdo al Diagrama de proceso de operaciones.

Como hacer un diagrama de relaciones de departamento de acuerdo a su recorrido.

- a) Usar un símbolo para representar un departamento.
- b) Usar una clave para identificar cada departamento.
- c) Usar flechas para identificar la relación entre cada departamento y la dirección del recorrido por cada uno.
- d) Partiendo del diagrama de relaciones departamentales actual (Ver anexo 5), obtener el arreglo propuesto de departamentos racional de acuerdo al orden cronológico (Ver

anexo 6), de como cada componente va entrando al producto de acuerdo a su proceso de operaciones.

El diagrama de relaciones ayudará a que la Planta se arregle de la mejor forma, y que constituye la base para el paso siguiente, es esencial que se trabaje con cuidado para llegar al mejor arreglo posible, cualquier error en este paso puede llegar hasta la distribución final.

El siguiente paso consiste en arreglar visualmente y geográficamente el espacio requerido para todos los departamentos partiendo del diagrama de recorrido actual (Ver anexo 7), y tomando en cuenta el diagrama de relaciones propuesto.

Se procederá posteriormente a cualquier ajuste o arreglo necesario tomando todas las consideraciones que modifican la distribución.

La forma de hacer el diagrama de recorrido propuesto es la siguiente:

- a) Establecer la escala adecuada que permita mostrar todo en una sola hoja.
- b) Determinar y registrar el espacio para cada departamento y pasillos.
- c) Mostrar cualquier requerimiento que afecte o restrinja la configuración de un espacio ocupado por un departamento.
- d) Dibujar los espacios requeridos sobre el diagrama de relaciones (Ver anexo 7).
- e) Buscar el mejor diagrama de recorrido. (Ver anexo 8).

FASE III.- Obtención de la distribución detallada seleccionada.

Una vez que se tiene la distribución de planta propuesta general podemos empezar a diseñar la distribución propuesta detallada que consiste primero en establecer nuestro patron de flujo de las operaciones, el cual indica como se fabrica un producto a través de su proceso. (Ver anexos 10 y 11).

Por último con ayuda de las plantillas del equipo y la maquinaria, así como el tablero de distribución de planta se realiza el mejor ordenamiento del equipo y de las máquinas, moviéndolas de acuerdo al patrón de flujo seleccionado por departamento y al diagrama de proceso del producto. (Ver anexos 12 y 13).

2.2.4. Clasificación de empresas que toman como base el principio de circulación o recorrido.

- Bicicletas de México, S.A.
- Discos Perfiles
- Chicles Adams, S.A.
- Tufal de R.L.
- Compañía Embotelladora, S.A.
- Pepsi Cola, S.A.
- Jarritos, S.A.
- Cervecería Moctezuma, S.A.
- Roberts, S.A. de C.V.
- Cannon Mills, S.A. de C.V.
- Tapetes Luxor, S.A.
- Yala de Méx, S.A.

2.3. Principio de la Mínima Distancia Recorrida

Para aquellas empresas en las cuales la mejor distribución se considera la que toma como base el principio de la Mínima Distancia Recorrida.

2.3.1. Definición del Principio

A igualdad de condiciones es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta.

Todo proceso Industrial implica movimiento de material, por más que deseemos eliminarlo no podremos conseguirlo por entero, siempre que

dividamos un proceso en varias operaciones, podemos disponer de cada uno de ellos. Esta especialización del trabajo y de la maquinaria es la base de una producción eficiente, a pesar de que supone movimientos de material de una operación a otra. Estamos, tanto bien dispuestos a realizar esos traslados, aunque no añaden ningún valor al producto por sí mismo.

2.3.2. Medios para determinar la distribución.

A continuación se analizarán las mejores técnicas para presentar los hechos precisos relacionados con las distancias que intervienen en el flujo del proceso productivo.

El Diagrama de Proceso de Flujo

Según la definición standard de la ASME, "Un diagrama de proceso de flujo es una representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, retrasos, y almacenamientos que tienen lugar durante un proceso o procedimiento, incluyendo tanto información que se considera necesaria para el análisis, como tiempo requerido y Distancia Recorrida". El Diagrama de Proceso de Flujo contiene, en general mucho más detalle que el diagrama de proceso de operación. Por lo tanto, no se adopta como un todo, a ensambles complicados.

Se aplica, sobre todo, a un componente del ensamble. (Ver anexos 14 y 15), para lograr el mayor número de ahorros en cuanto a la distancia, al fabricar en particular ese componente.

El diagrama de proceso de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos, tales como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales, en el diagrama de proceso de flujo se utilizan los siguientes símbolos; además de los de operación e inspección, que se emplean en la elaboración del diagrama de proceso de operaciones.

Una flecha indica transporte, el cual se puede definir como, mover un objeto de un lugar a otro, a menos que el movimiento se efectúe durante el curso normal de una operación e inspección.

Una "D" mayúscula grande indica retraso, ocurre cuando una parte no se puede procesar inmediatamente al llegar a la siguiente estación de trabajo.

Un Triángulo equilátero invertido sobre su vértice, indica almacenamiento, o sea, cuando una parte se guarda y protege de un traslado no autorizado.

Cuando es necesario mostrar una actividad combinada, por ejemplo, cuando un operador hace una operación y una inspección en una estación de trabajo, entonces se utiliza como símbolo identificador, dentro del mismo cuadro (1 cm por lado), con un círculo (1 cm de diámetro).



Símbolos estándar de un diagrama de proceso de flujo.

El hecho de que las distancias se registren en el diagrama de proceso de flujo (Ver anexo 16), lo hace excepcionalmente valioso para mostrar como puede mejorarse la distribución de equipo o de la planta. El empleo inteligente del diagrama de proceso de flujo proporcionará mejoras en la distribución.

Con ayuda del diagrama de recorrido ya definido en el anterior principio tendremos un plano objetivo en función. (Ver anexo 17).

EL DIAGRAMA DE HILOS

Es un plano o modelo a escala en que se sigue y mide con un hilo el trayecto de los materiales ó del equipo durante una sucesión determinada de hechos.

El diagrama de hilos, viene a ser un diagrama de recorrido especial que sirve para medir las distancias con la ayuda de un hilo. Por eso tiene que estar dibujado exactamente a escala, y no como el diagrama de recorrido común, que puede ser aproximado con tal de que lleve anotadas las distancias que interesan, se emplea el diagrama de hilos para seguir los movimientos de los materiales u objetos y conocer fácilmente cuanto distancia recorren las cosas o productos (Ver anexo 18).

LOS PRINCIPIOS DE LA ECONOMIA DE MOVIMIENTOS

Para llegar a determinar con exactitud los espacios necesarios para cada estación de trabajo el análisis del método de trabajo de cada una de las operaciones en base a los principios de economía de movimientos resulta una herramienta muy importante.

Tales principios se pueden clasificar en tres grupos:

- A) *Utilización del cuerpo humano*
- B) *Distribución del lugar de trabajo*
- C) *Modelos de las máquinas y herramientas.*

A) UTILIZACIÓN DEL CUERPO HUMANO. SIEMPRE QUE SEA POSIBLE

- 1.- Las dos manos deben comenzar y completar sus movimientos a la vez.
- 2.- Nunca deben estar inactivas las dos manos a la vez, excepto durante periodos de descanso.
- 3.- Los movimientos de los brazos deben realizarse simultáneamente en direcciones opuestas y simétricas. (Ver anexo 19).
- 4.- Los movimientos de las manos y del cuerpo deben caer dentro de la clase más baja con que sea posible ejecutar satisfactoriamente el trabajo.

5.- Debe aprovecharse el impulso cuando favorece al obrero, pero debe reducirse a un mínimo si hay que contrarrestarlo con un esfuerzo muscular.

6.- Son preferibles los movimientos continuos y curvos a los movimientos rectos, en los que hay cambios de dirección repentinos y bruscos.

7.- Los movimientos de oscilación libre son más rápidos, más fáciles y más exactos que los restringidos o controlados.

8.- El ritmo es esencial para una ejecución suave y automática de las operaciones repetitivas, y el trabajo debe disponerse de modo que se pueda hacer de un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.

9.- El trabajo debe disponerse de modo que los ojos se muevan dentro de límites cómodos y no sea necesario cambiar de foco de manera frecuente.

B) ARREGLO DEL LUGAR DE TRABAJO

1.- Debe haber un sitio definido y fijo para todas las herramientas y materiales, con objeto de que se adquirieran hábitos.

2.- Las herramientas y materiales deben colocarse de antemano donde se necesitarán, para no tener que buscarlos.

3.- Deben utilizarse depósitos y medios de "abastecimiento por gravedad", para que el material llegue tan cerca como sea posible del punto de utilización.

4.- Las herramientas, materiales y mandos deben situarse dentro del área máxima de trabajo y tan cerca del trabajador como sea posible.

5.- Los materiales y herramientas deben situarse en la forma que de a los costos el mejor orden posible.

6.- Deben utilizarse siempre que sea posible, eyectores y dispositivos que permitan al operario dejar caer el trabajo terminado sin necesidad de utilizar las manos para despacharlo.

7.- Deben preverse medios para que la luz sea buena, y facilitarse al obrero una silla del tipo y altura para que se sienta en buena postura. La altura de la superficie de trabajo y la del asiento deberán combinarse de forma que permitan al operario trabajar alternativamente sentado o de pie.

8.- El color de la superficie de trabajo deberá contrastar con el de la tarea que realiza, para reducir así la fatiga de la vista.

C) MODELOS DE LAS MAQUINAS Y HERRAMIENTAS

1.- Debe evitarse que las manos estén ocupadas "sosteniendo" a la pieza cuando ésta pueda ser sujeta con una plantilla, brazo o dispositivo accionado por el pie.

2.- Siempre que sea posible deben combinarse dos o más herramientas.

3.- Siempre que cada dedo realice un movimiento específico, como para escribir a máquina, debe distribuirse la carga de acuerdo con la calidad inherente a cada dedo.

4.- Los mangos, como los utilizados en las manivelas y descatamilladores grandes, deben diseñarse para que la mayor cantidad posible de superficie este en contacto con la mano, es algo de especial importancia cuando hay que ejercer mucha fuerza sobre el mango.

5.- Las palancas, barras cruzadas y volantes de mano deben situarse en posiciones que permitan al operario manipularlos con un mínimo de cambio de posición del cuerpo y un máximo de ventajas mecánicas, estos principios son la base para facilitar la disposición del lugar de trabajo.

2.3.3. Etapas que se deben seguir en un estudio de distribución de planta para llegar a obtener la mejor en base al principio de la mínima distancia recorrida.

FASE I.- Situación actual e información básica general.

- 1) Lay-out actual en el caso de una redistribución.
- 2) Lista de los departamentos de la planta de producción del proceso productivo.
- 3) Diagramas de proceso de flujo de las diferentes partes del producto seleccionado.
- 4) Diagrama de recorrida por departamento actual.
- 5) Diagrama de hilos actualizado por departamento.
- 6) Métodos de trabajo de las distintas operaciones del proceso productivo.

FASE II.- Obtención de la distribución general propuesta.

Después de identificar cada departamento y listarlo, el primer paso es analizar y determinar las áreas necesarias para cada uno de los lugares de trabajo en los distintos departamentos de acuerdo al análisis de operación tomando como base los principios básicos de la economía de movimientos.

El siguiente paso es elaborar los diagramas de flujo propuestos para cada una de las partes del producto. Una vez que se tienen los diagramas de proceso de flujo propuestos tenemos las distancias entre puestos de trabajo. En este momento se pueden determinar las áreas necesarias para cada departamento así como los pasillos. Se diseña un pequeño plano a escala y se construye el diagrama de hilos propuesto.

FASE II - Obtener la distribución de planta detallada.

Realizar el mejor ordenamiento del equipo de las máquinas en el Lay out, utilizando plantillas, moviéndolos de acuerdo al diagrama de proceso de flujo y de acuerdo a las distancias analizadas.

2.3.4. Clasificación de Empresas que toman como base el principio de la mínima distancia.

- Grupo H. Steele y Cia.
- Artes Gráficas Unidas, S.A.
- Gestiner, S.A.
- Grupo Grafónica, S.A.
- Prograsa, S.A.

2.4. Proceso de Distribución de Planta en base al principio del espacio cúbico (Para aquellas empresas en las cuales la mejor distribución es la que toma como base el principio del espacio cúbico):

2.4.1. Definición del Principio del Espacio Cúbico.

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.

Básicamente, una distribución es la ordenación del espacio, esto es:

La ordenación de los diversos espacios ocupados por los hombres, material, maquinaria, y los servicios auxiliares. Todos en los que tienen tres dimensiones, ninguna ocupa meramente el suelo.

Por lo anterior, una buena distribución debe utilizar la tercer dimensión de la fábrica tanto como el área del suelo.

Por otra parte, el movimiento de los hombres, material y maquinaria puede efectuarse en cualquiera de las tres direcciones; esto significa que aprovecharemos el espacio libre existente por encima de nuestras cabezas o bajo el nivel del suelo.

2.4.2. Medios para determinar la disposición de áreas.

Herramientas o medios con los cuales se debe contar para facilitar el trabajo de llegar por medio de sus estrategias, en este caso no interesa la de los materiales, la de la preparación, el instrumental y equipo, manejo de materiales, distribución del lugar de trabajo. Y principios de la economía de movimientos.

El procedimiento del análisis de la operación es tan efectivo para planear nuevos centros de trabajo como para los que ya están en operación, por medio de la estrategia y a base interrogar todas las facetas de la estación de trabajo, se podría proyectar un centro de trabajo eficiente, en el que se aprovecha el espacio cúbico.

El octavo entre los principios primordiales del análisis de la operación, es el manejo de materiales, a través de los años la industria ha rescatado la aplicación de los viejos principios de la mecánica: la palanca, la rueda, el plano inclinado para facilitar el trabajo de movimiento, cambio de sitio, levantamiento y amaste, más fácil y más rápido.

La sociedad Americana de manejo de materiales define el manejo de materiales como: "El Arte y Ciencia que comprende el movimiento, empaque y almacenamiento de sustancias en cualquiera de sus formas", nótese que esta definición abarca desde la menor partícula, hasta el más grande de los bultos que puedan ser movidos.

Los beneficios que se obtienen al tener un buen sistema de manejo de materiales son:

1) Reducción en el manejo.

- a) Reducción de costos de mano de obra
- b) Reducción de costos de material
- c) Reducción de costos generales.

2) Aumento de Capacidad.

- a) Aumento de producción
- b) Aumento de capacidad de almacenamiento.

3) Mejoramiento de distribución:

- a) Mejoramiento en el sistema de manejo.
- b) Mejoramiento en el sistema de rutas.
- c) Colocación estratégica de almacenes.
- d) Mejoramiento en el servicio de usuarios.
- e) Aumento en la disponibilidad del producto.

La principal ventaja de los modelos a escala tridimensionales es en realidad la claridad con que muestran la distribución a los demás.

Etapas en el desarrollo de la distribución detallada:

- 1) Elaborar la ordenación de los plantillas de máquinas y equipo en un tablero bidimensional.
- 2) Colocar los modelos tridimensionales en un tablero de acuerdo a la mejor alternativa de distribución.
- 3) Invitar a quienes concierne a hacer sus sugerencias.
- 4) Las mejores sugeridas se ensayan moviendo los modelos, o bien evaluando las ideas de alguna otra manera.
- 5) Cuando la ordenación final esta ya decidida, se retiran los modelos y se fijan a la hoja-base o plano de emplazamiento para el fotografiado o reproducción.

DISTANCIAS ENTRE COLUMNAS.

Desde el punto de vista del Lay-out, se desearía no tener ninguna columna o por lo menos tan pocas como sea posible en un edificio sin embargo consultando con un arquitecto se ha establecido que para una construcción de hormigón armado reforzado, las luces entre columnas son de 20-30 m, resultando mínimos los costos del edificio. Por consiguiente se deben considerar un promedio entre las luces de 25 m, para efectos en la adaptación de los diagramas.

ALTURA EN LOS EDIFICIOS.

Para las secciones de producción se han considerado 4m. de altura libre aproximadamente, y para oficinas de 3.8 m.

2.4.3. Etapas que se deben seguir en un estudio de distribución de planta para llegar a obtener la mejor en base al principio del espacio cúbico.

FASE I- Situación actual e información básica general.

- 1) Lay-out actualizado en caso de redistribución.
- 2) Inventario completo de las dimensiones del equipo y maquinaria en general.
- 3) Sistemas para la ordenación de las áreas de almacenamiento.

- 4) Sistema de manejo de materiales.
- 5) Métodos de trabajo de operaciones.

FASE II.- Obtención de la distribución general propuesta.

- A) Analizar cada uno de los métodos de trabajo en base al aprovechamiento máximo del espacio cúbico.
- B) Determinar un sistema de ordenamiento de los materiales óptimo en cada uno de los almacenes.
- C) Lograr un sistema de manejo de materiales en el cual se aproveche al máximo el espacio cúbico.
- D) Obtener un lay-out bidimensional de las diferentes alternativas.

FASE III.- Obtener la distribución detallada propuesta.

Mientras las distribuciones expresadas por medio de plantillas y dibujos dan una representación de los elementos e instalaciones, los elementos tridimensionales a escala ofrecen en realidad, la mejor representación.

Proporciona una réplica exacta de las instalaciones al observar de tal forma que el proyecto puede ser realizado con una visión completa de la instalación real.

2.4.4. Clasificación de empresas que toman como base el principio del espacio cúbico para su distribución.

- Textiles
- Transportes
- Equipo Industrial
- Maq. Agrícola
- Ind. Automotriz
- Comercio.

NORMAS UTILIZADAS EN "DISTRIBUCIÓN DE PLANTA"

Espacio para oficinas

Un promedio de 11 m²/persona incluyendo el comedor, escaleras, archivos y locker, sin embargo para secciones puramente administrativas corresponden 6 m²/persona.

El ancho del ambiente es un múltiplo de 1.25 m, el largo depende del número de personas, con un mínimo de 4 m y un máximo de 6 m (normalmente 5.5 m para edificios de oficinas separadas y para oficinas de fábrica, un múltiplo de 1 m, usando tabiques standard)

Oficinas Privadas con mesa de conferencia	45.0 m ²
Oficinas Privadas de Directores	20.0 m ²
Oficinas de Jefes de Sección	10.0-15.0 m ²
Oficinas para personal (sin armario)	4.25 m ² /persona
Oficinas para personal (con armario)	5.50 m ² /persona
Sala de Recepción	30.0-40.0 m ²
Sala de Consulta	20.0 m ²
Sala de Conferencia	45.0 m ²
1 Retrete para 20-30 hombres ó 15-20 mujeres	0.15 m ² /persona
1 Mingitorio para 15-20 hombres	
1 Ducha para 20-25 personas	4.5 m ² /ducha con espacio adelante
Lavatorios y vestuarios c/armarios	0.65-0.75 m ² /persona
Lavatorios y vestuarios con perchas	0.35-0.40 m ² /persona

Comedor:

- Aproximadamente 1 m²/persona, sin contar la cocina.
- Cocina para comidas calientes, 40 % del área del comedor.
- Cocina para comidas simples, 20 % del área del comedor.

NORMAS RESPECTO AL EDIFICIO:

Puertas:

Puertas standard simples:	ancho 0.96 m	alto 2.20 m
Puertas standard dobles:	ancho 1.86 m	alto 2.20 m
Puertas interiores:	ancho 2.20 m	alto 2.20 ó 2.50 m
Puertas contra incendio de las mismas dimensiones que las puertas normales.		
Puertas exteriores:	ancho 2.20 m	alto 2.50 m

En caso de necesitar puertas exteriores más anchas, se usan las puertas giratorias de soporte central y varias alas.

2.5. Proceso de Distribución de Planta, en base al principio de Seguridad y Satisfacción (Para aquellas empresas en las cuales la mejor distribución se considera la que toma base el principio de satisfacción y seguridad).

2.5.1. Principio de satisfacción y seguridad.

Cualquier distribución que conduzca a que el obrero deje las herramientas en el pasillo, que regulara su paso junto a hórnos sin protección ó recipientes de productos químicos, o que implique la existencia de pilas

Instables de material en proceso, debe ser cuidadosamente examinada para evitar riesgos.

Por ejemplo, una planta posee los aparatos para mezcla de pinfuras, una nueva distribución separaba aquellos aparatos del resto de la sección, por medio de una pared contra incendios, con las salidas necesarias.

Unos talleres de fundición nuevos y agradables, parecían ser perfectos en todos los sentidos, pero los obreros se quejaban de estar encerrados y sofocados debido a que las ventanas se encontraban fuertemente iluminadas mientras trabajaban a la sombra de sus máquinas de moldeo.

Cuando se hizo girar a las máquinas unos 90° y se prolongaron algunos transportadores los obreros se sintieron satisfechos, podían ver con facilidad, a pesar de tener que efectuar algunos movimientos más por cada molde.

2.5.2. Herramientas con las cuales se debe contar para facilitar el trabajo de llegar a determinar correctamente la disposición de áreas de trabajo en base al principio de satisfacción y seguridad.

- A) Planos del edificio y de c/u de los departamentos.
- B) Planos de todos los servicios existentes dentro de la Planta.
- C) Planos de sistema de seguridad.
- D) Estadísticas de accidentes.
- E) Tablas de espacio necesarias para mantenimiento del equipo, maquinaria, y sistemas de servicios.
- F) Tablas de espacio necesario para diferentes áreas.
- G) Plantillas de todas las máquinas y equipo de la Planta, así como el tablero de Lay-out
- H) Análisis de la operación tomando en cuenta las condiciones de trabajo.

2.5.3. Etapas que se deben seguir en un estudio de distribución de planta para llegar a obtener la mejor en base al principio básico de satisfacción y seguridad.

FASE I.- Situación actual e información básica general.

- a) Lay-out actualizado en el caso de una redistribución.
- b) Obtener todos los planos arquitectónicos existentes y de los servicios en planta.

Detalles arquitectónicos en plantas, elevaciones, techados de:

EDIFICIO INDUSTRIAL INCLUYENDO:

- Muros interiores y exteriores.
- Instalaciones Sanitarias.
- Laboratorios.

EDIFICIOS ADMINISTRATIVOS:

- Caseta de vigilancia y cuartos de básculas.

Diseños detallados de cimentaciones, fosas, losas y estructuras de concreto para:

- Edificios Industriales
- Edificios Administrativos
- Equipo y Maquinaria.

Instalaciones auxiliares que incluyen:

- Subestación electrónica.
- Silos.

- Sist. de control para contaminación ambiental.
- Tanque elevado.
- Tanques de almacenamiento de combustible.
- Bósculas de camión y ferrocarril.

ESTRUCTURAS Y SOPORTES METALICOS.

Ingeniería detallada de las estructuras y soportes de acero:

- Estructuras del Edificio Industrial
- Sup. de Maquinaria.
- Sup. de Monariles y transportadores.
- Estructuras de soporte de ductos y equipo de colección de polvo.
- Estructuras de tanques elevados.
- Tráfico y vías de acero.

Ingeniería detallada y especificaciones de construcción de vías de acero, tales como:

- Cobadas.
- Posillos.
- Areas de estacionamientos.
- Vía de Ferrocarril.

TUBERÍA:

Ingeniería necesaria para la instalación de las redes y distribución de tuberías de los servicios de agua, aire, gas y combustibles.

Redes de distribución de agua (incluyendo agua industrial y potable).

- Torres de enfriamiento.
- Sistemas de recirculación de agua de enfriamiento.
- Distribución de Planta.
- Instalación y equipos de bombeo.

Sistemas dual del gas combustible.

- Tanques de almacenamiento de combustible.
- Equipo de bombeo, de combustible.
- Distribución e instalación de redes de gas y combustible.
- Conexiones y equipo.

Red de Aire Incluyendo:

- Instalación de compresor de aire.
- Distribución de aire
- Conexiones a equipos.
- Salidas para equipos neumáticos
- Aire para Impreso.

DUCTERIA Y PAILERIA:

Detalles constructivos de todos los ductos y sistemas de ventilación incluyendo:

- Sistemas de recolección de humos y polvos.
- Campanas y carezas.
- Chimenea.

TOLVAS:

Cálculo y diseño de tolvas y chufes necesarios para el manejo y materiales en proceso.

- Accesorios y equipos varios.

Diseño de dispositivos de trabajo y proceso, así como de calas, plataformas y racks para el manejo de piezas, modelos y equipos varios.

INGENIERIA ELECTRICA.

Ing. Detallado en el área eléctrica.

- Diagramas unifilares
- Subestaciones.
- Listas de cable y conduit.
- Alimentación de la planta.
- Detalles de instalación.
- Interconexiones
- Diagramas elementales.

SISTEMAS DE TIERRA:

Alumbrado Interior y Exterior:

Todo esto para las instalaciones industriales, incluyen también instalación eléctrica para los edificios administrativos, caseta de seguridad y báscula.

Ing. de Instrumentación y control, se incluye también la Ing. detallada para la instrumentación y el control necesarios para el funcionamiento correcto de toda la planta, incluyendo:

- Flujos
- Interconexión
- Detalles de instalación
- Sist. contra incendio.
- Sist. de seguridad.

c) Obtención de los espacios que se ocupan actualmente para mantenimiento del equipo, maquinaria y sistemas de servicio.

d) Obtención de las estadísticas de trabajo en planta.

Fase I.- Obtención de la distribución propuesta.

- a) Considerando las condiciones de trabajo para cada una de las operaciones, localizar los lugares de trabajo en el Lay-out.
- b) Obtener un Lay-out, tomando en cuenta las instalaciones de los servicios existentes.
- c) Obtener los espacios necesarios tanto para los lugares de trabajo como los departamentos auxiliares.
- d) Considerar en el Lay-out los espacios indispensables para el mantenimiento del equipo y la maquinaria.

e) Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del trabajador.

Una distribución de planta de acuerdo al principio de satisfacción y seguridad debe contribuir hacer agradable el trabajo con un mínimo de alteraciones y perturbaciones considerando:

- Condiciones satisfactorias para la fabricación prevista.
- Concepción adecuada al personal, de accesos, distancias, corredores, lavabos, etc.
- Evitar características que puedan dar lugar a sentimientos de miedo, encastillamiento, desánimo, etc.
- Disminuir ruido, distracciones, calor o frío excesivo, corrientes de aire, polvo, reflejos, vibraciones, etc.

La experiencia enseña que las plantas que mantienen buenas condiciones de trabajo sobrepasan en producción a las que no la tienen, es considerable el beneficio económico obtenido de la inversión que se hace en mejorar el medio ambiente y las condiciones de trabajo. Las condiciones ideales de trabajo mejoraron los registros de seguridad, redujeron el ausentismo y tardanza, elevó la moral del trabajador y mejorará las relaciones públicas, todo a favor de un incremento de la producción.

Mejorar la iluminación.

La intensidad de luz que se requiere depende de la clase de trabajo que se realiza, es claro que un obrero que hace alguna actividad que requiera mucho detalle, o un inspector de calidad necesitan mayor intensidad de luz de la que es necesaria, además de la intensidad, hay que tener en cuenta los reflejos, la calidad de la luz, colocación de las mismas, los contrastes de colores y de brillantez, papadeos y sombras, he aquí algunas características del alumbrado correcto:

- 1) Instalando gran número de lámparas se evita o se reduce el reflejo.
- 2) Es mejor colocar lámparas de material opalescente con focos de filamento, de este modo se evita el reflejo y se extiende la luz sobre la superficie mayor.

3) Generalmente se considera ideal a la luz solar o la luz blanca, una luz blanca satisfactoria puede producirse para la mayor parte de los usos, con focos de filamento o unidades fluorescentes.

4) El nivel de iluminación se debe proporcionar en todos los puntos de la instalación de trabajo, lo cual no permitirá la presencia de sombras.

5) Dar facilidades a mantenimiento:

- facilitar el mantenimiento y reparaciones
- dejar el espacio suficiente para lubrificar, limpiar, verificar, etc. la maquinaria y el equipo.

6) Aprovechamiento de las condiciones naturales de edificios y de alrededores.

- Pendientes, topografía, drenaje, etc.
- Orientación al sol, vientos dominantes, etc.
- Vías ferreas, autopistas, puentes, vías de acceso en general, crecimiento, etc.
- Características de los edificios, estructura, altura, construcción, muebles, accesorios, ventanas, pilares, etc.
- Restricciones, impuestas por la comunidad, el gobierno, tipo de organización.

7) Seguridad y bienestar de los locales.

Una buena disposición de Planta en base al principio de satisfacción y seguridad debe contribuir a reducir el número de accidentes del personal y el desgaste de los bienes de la planta.

8) Factor servicio.

Este punto se refiere a todas las facilidades que debe considerar el Lay-out no ligados directamente con la producción, pero que

le brinden el apoyo a esto como para que siga funcionando, considere 3 grupos:

- 1) Servicios para el personal como el acceso, estacionamientos, baños, salas de espera, biblioteca y otros.
- 2) Servicios relacionados con los materiales, se refiere a cuestiones como inspección de entrada a áreas de presurizado, clasificación de materiales, formación de stocks.
- 3) Medidas de seguridad.

Puesto que los recursos de la Empresa son valiosos, es necesario que exista un mínimo de protecciones para salvoguardarlos tales como:

- Medidas contra incendios
- Medidas contra deterioro de materiales
- Medidas contra agentes nocivos en generales

2.5.4. Clasificación de empresas que tienen como mayor prioridad el principio de satisfacción y seguridad para su distribución de Planta.

- Aceites Polimerizados, S.A.
- Aga de Méx. S.A.
- Celanese Mexicana, S.A.
- Cia. Nacional de Abrasivos, S.A.
- Industrias H-24, S.A.
- Pigmentos y Oxidos
- Productos Químicos Básicos, S.A. de C.V.
- Química Border, S.A.
- Química Fluor, S.A.
- BFD de México, S.A.
- Química Perwalt.

2.6. Proceso de Distribución de Planta en base al Principio de Flexibilidad (Para aquellas empresas en las cuales la mejor distribución se considera la que toma como base el principio de Flexibilidad).

2.6.1. Definición del Principio de la Flexibilidad o Igualdad de condiciones: siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o readaptada con menos costo e inconvenientes.

Este objetivo se va haciendo más y más importante cada día a medida que los descubrimientos científicos, las comunicaciones, los transportes, etc. evolucionan con mayor rapidez, lo que va exigiendo a la industria un igual avance. Ello implica cambios frecuentes, ya sea en el diseño del producto, proceso, equipo de producción, o fechas de entrega, las plantas pierden a menudo pedidos de los clientes a causa de que no pueden readaptar sus medios de producción con suficiente rapidez. Por este motivo podemos esperar notables beneficios de una distribución que permita obtener una planta fácilmente adaptable o ajustable con rapidez y economía. Al realizar un estudio de Distribución de Planta en base al principio de Flexibilidad, debe considerarse:

- La inflexibilidad que acompaña a todo plan.
- Límites racionales sobre los que descansa.
- Considerar la flexibilidad que requieren los planes presentes.
- Expansión que marca los planes a largo plazo.

Uno de los objetivos de la distribución de Planta en base al principio de flexibilidad, es el de facilitar expansiones futuras. Comprende la posible utilización del terreno a largo plazo por desarrollo de edificios, vías de circulación y acceso, etc. Así mismo prevé las posibilidades de expansión de la planta hacia superficies adyacentes, laterales y emplazadas de bajo o encima, así como las facilidades de emplazar áreas de stock o de servicios, también comprende evitar restricciones en los edificios inmutables o superficies seccionadas, superficies bloqueadas por grandes equipos, y obstrucciones en general.

Se entiende como flexibilidad en la distribución de Planta, como la facilidad de readaptar las instalaciones para poder efectuar cambios por causas inevitables como:

- Movimientos de maquinaria, y/o equipo.
- Evitar restricciones que originan edificios, muros, desnivel en el piso, etc.
- Densidad de ocupación muy elevada.
- Estandarización del equipo, puestos de trabajo.
- Autonomía e independencia de cada sector, como vías de acceso de los suministros de agua, aire, ventilación, etc.
- Adaptación a las condiciones críticas durante el año con el mínimo costo.
- Cambios en el Producto.
- Modificación en los muebles de producción.
- Cambios en los métodos de manufactura.

2.6.2. Herramientas o medios con los cuales contar para facilitar el trabajo de llegar a determinar correctamente la distribución de planta en base al principio de flexibilidad.

- a) Pronósticos de Ventas.
- b) Planos arquitectónicos de la Planta.
- c) Modelos de las máquinas y equipo, así como un tablero de distribución de Planta.
- d) Diagrama de proceso de las operaciones.
- e) Diagrama de flujo.
- f) Diagrama de recorrido.

2.4.3. Etapas que se deben seguir en un estudio de distribución de planta, para llegar a obtener la mejor en base al principio de flexibilidad.

FASE I.

- a) Posibles cambios en el diseño del producto.
- b) Planos de los sistemas de servicio con innovaciones.
- c) Área de Producción con la que se cuenta.
- d) Área general con la que se cuenta y con la que se podrá contar en el futuro.

FASE II. Obtención de la distribución general propuesta.

- 1) Diseñar diagramas de proceso de los productos futuros.
- 2) Calcular la cantidad de máquinas con las que se debe contar para nuevas innovaciones.
- 3) Nuevos departamentos para futuras innovaciones.
- 4) Diseñar modelos de máquinas y equipos nuevos.
- 5) Calcular el espacio requerido al futuro.

FASE III. Obtención de la distribución definitiva propuesta.

- a) Realizar el mejor ordenamiento del equipo, maquinaria y sistemas de servicio actuales en el Lay-out; (utilización de tablero y plantillas), moviéndolos de una forma que se pueda redistribuir cuando se tenga la innovación.

PLANO A LARGO PLAZO

Uno de los aspectos que provoca mayores problemas de distribución de planta es la falta de consideración de los planes de la empresa a largo plazo, esto es lógico en nuestro medio industrial donde solo un 20 a un 30% de las empresas cuenta con dichos planes, esto significa que la mayor parte del sector no planea su continuidad para el futuro, lo cual se refleja en una serie de situaciones sorpresivas que en muchos casos no son posibles de salvar y la coloca en graves problemas de sobrevivir.

En el caso de distribución de Planta, el problema principal que se presenta por no considerar los planes a largo plazo, es relativo al aumento de capacidad de la planta, lo cual no es posible o conveniente de realizar ya que ello implica una erogación fuerte y al no contarse con suficiente tiempo la planeación puede ser deficiente.

Otro problema relacionado con los planes a largo plazo se refiere a las políticas de desarrollo de nuevos productos.

El problema clásico de una distribución que no considera planes a futuro, son los agregados y acondicionamientos "temporales", los cuales al paso del tiempo convierten a la distribución original de la planta en una disposición inoperante e irracional, y lo que es peor, imposibilitada de observar demandas de expansión, lo cual la fuerza tarde o temprano a iniciar una nueva planta que barre todas las deficiencias aceptadas en otras épocas.

FASE I. Situación actual e información básica general.

Esta etapa incluye desde la definición del problema, el planteo de los objetivos y reconocimiento de la situación actual y el contar con la información clave para poder hacer una buena distribución de planta en base al principio de flexibilidad.

Como parte de la definición del problema, es muy importante que se definan los "Factores de Evaluación", esto es que se especifique sobre que bases se juzgarán las propuestas, así como la prioridad o peso que tendrán entre sí.

A continuación se presentan algunas razones, si bien existen muchas más:

RAZÓN	PRIORIDAD
1.- Empleo de otros equipos para futuro, además de los que se tienen.....	5
2.- Personal.....	4
3.- Inspección, supervisión y control.....	2
4.- Ruido y polvo.....	2
5.- Movimiento de materiales.....	3
6.- Recorrido de nuevos productos.....	5
7.- Conveniencia de la dirección.....	2
8.- Contacto personal.....	1
9.- Riesgo, peligro.....	3
10.- Distracciones e interrupciones y otras.....	1

Se considera prioridad en función de un valor de 1 a 5, siendo mayor peso el de mayor valor. Como es lógico suponer estas razones y su prioridad deberán ser consideradas durante todo el desarrollo del estudio y con mucha más razón en la evaluación de alternativas, que es muy fácil influenciar el estudio en base a nuestras tendencias personales y perder objetividad con relación a la solicitud; después de haber definido estas cuestiones generales el siguiente paso es obtener una información básica, cuestión que se trata a continuación:

a) *Lay-out* actualizado en el caso de una redistribución.

b) Se requiere una investigación de los nuevos productos tanto los que están por lanzarse como de los proyectos, de manera que sea visible su incorporación a la fábrica, también se requiere saber cuáles son los planes para retirar un producto del mercado, calculando el tiempo de vida de los mismo.

Toda información será base del estudio de Lay-out y las fuentes que deben proporcionarlo son usualmente, Ing. del producto, Ventas, Laboratorios.

c) Información sobre los niveles de producción, puesto que la capacidad de planta (entendiéndose departamentos, secciones, etc.), es determinante en los programas de producción. Es de vital importancia tener una información amplia de los programas productivos y su comportamiento con el pasado, de tal manera que se identifiquen desviaciones entre pronósticos y producción programada real, se defina la estacionalidad de la producción y su magnitud, así como la tendencia que tenga la producción para el futuro. Esta estimación deberá recabarse en las áreas de materiales, ventas y control de producción.

d) Información sobre los procesos de manufactura futuros, la información sobre la secuencia de elaboración de los productos futuros, aportará importante información sobre la mecanización y la forma de producción de la Empresa, se puede decir que es el producto más importante de información para poder realizar un buen Lay-out, en base al principio de flexibilidad.

La secuencia de manufactura mostrará al especialista en Lay-out a través de los diagramas de proceso de las operaciones, la información en esta rengión se obtiene generalmente de parte de manufactura, producción, Ing. Industrial y del plan de Inversiones.

2.6.4. Clasificación de empresas que tienen como mayor prioridad el principio de flexibilidad para su distribución de planta.

- Calzado Duramil de Méx. S.A.
- Calzado Canada, S.A.
- Alimentos del Fuerte, S.A. de C.V.
- Ganesa, S.A.
- Sobrilos, S.A.
- Calzado Sandak, S.A.
- Altro, S.A. de C.V. Samsonte.
- Campaña Nestle, S.A.
- Productos del Monte.
- Vantty, S.A.

CAPÍTULO 3 EVALUACIÓN

La evaluación es un proceso más amplio que la medida. Mientras ésta se limita a descripciones cuantitativas, la evaluación puede usar tanto descripciones cuantitativas como cualitativas.

Evaluación es un proceso sistemático continuo e integral, destinado a detectar hasta qué punto han sido alcanzados los objetivos propuestos.

Esta explicación deja claro que la evaluación implica juicios de valor. Al analizar, por ejemplo, los resultados de determinada medida tenemos que juzgar si aceptamos ó no esos resultados como una indicación de lo que se esperaba de él. Analizando la explicación podemos deducir algunas características del proceso de evaluación.

En PRIMER LUGAR, vemos que ésta sólo tendrá sentido si los objetivos han sido claramente definidos con anterioridad. No es posible evaluar si antes no se ha establecido que es lo que se pretende. Por tanto, decimos que la evaluación es funcional, puesto que se realiza en función de objetivos.

En SEGUNDO LUGAR, la evaluación es un proceso sistemático, es decir, no es improvisado y se integra en un sistema más amplio.

En TERCER LUGAR, la evaluación es continua o sea, no es algo que no se realiza únicamente al final de un proyecto, sino que debe ser algo que se va sucediendo a lo largo de todo el proceso, proporcionando, de ésta forma, oportunidad de detectar errores inmediatamente cuando haya bloques en el proceso.

3.1. Técnicas e Instrumentos de Evaluación.

Las características y principios de la evaluación moderna deja clara la imposibilidad de evaluar al problema a través de una técnica y un instrumento único, si se pretende evaluar el comportamiento del problema en su globalidad, es decir, en sus dominios generales, habrá que utilizar distintas técnicas e instrumentos diferentes.

Es importante distinguir entre técnica o instrumento de evaluación. La técnica de evaluación es el método de obtener las informaciones. El instrumento de evaluación es el recurso que será utilizado para ello.

Cuando se va a programar el proceso de evaluación se deben seleccionar las técnicas que han de utilizarse y los instrumentos que se usaron para cada técnica.

Por tal motivo esta significa que debemos evaluar todos y cada uno de las diversas posibilidades de distribución, que merezcan nuestra investigación, a fin de determinar el mejor compromiso. Lo es a la vez lógico y necesario. Una vez que estas han sido concebidas y parcialmente desarrolladas, el problema recae en decidir qué plan de distribución implica el mejor compromiso.

Para resolver todas estas cuestiones, la persona que realiza el proyecto de distribución deberá tratar de establecer, con los estudios, de costo, y por medio de otros elementos de evaluación, todas las consideraciones que afecten a la decisión que ha de tomar.

Generalmente, no podemos establecer todas las consideraciones en forma de datos que podamos usar para un análisis puramente objetivo, existen elementos imponderables y consideraciones que no podemos medir.

Por esta razón, el distribuidor debe desarrollar medios, que en adición a los estudios de costo, le sean útiles para evaluar las diversas soluciones de distribución, en alternativa.

Muchas de estos medios de evaluación pueden resultar completamente objetivos; ello depende de las antenas de comprobación y de la habilidad en el análisis.

3.2. Clasificación por Jerarquización.

Cuando se tiene que escoger 3 o más distribuciones, se puede usar un procedimiento de Jerarquización. Primeramente se seleccionan los factores o consideraciones que se usaron para la evaluación de cada distribución, se hace después una lista de los mismos y en unas columnas adyacentes se otorga un número de orden de jerarquización a cada distribución, para cada factor.

3.3. Ampliación por Factores (Análisis de Factores).

Ahora bien, si usamos el sistema de jerarquización como el de puntuación, el fraccionamiento de nuestra valoración en factores significativos, constituye la base real que nos ayuda a realizar una evaluación apropiada.

Cada factor si ha sido apropiadamente elegido, y analizado, nos conducirá, combinando con los demás a la mejor solución.

El problema de determinar la mejor ubicación para un departamento dado dentro de un distribución ya existente conduce a un análisis por factores.

El término "factor" no se refiere específicamente a los ocho factores característicos de la distribución de planta.

En el capítulo II se han presentado los principios básicos en una forma condensada, pero si usted los medita, cada uno de ellos, encontrará la importancia enorme que tiene conocerlos antes de iniciarse en el conocimiento de la Metodología, para la evaluación de una distribución de planta que a continuación se presenta.

3.4. Modelo simple de Distribución de Planta.

Este modelo fue creado por Richard Multher, el cual es una técnica que analiza la distribución de las cosas en el ámbito industrial (productivo y administrativo), y comercial, analizando la relación de actividades de espacio y su ajuste práctico, el modelo está constituido por 4 etapas, las cuales son:

Primera Etapa:

Corta de relación de actividades.

Segunda Etapa:

Requerimientos y acondicionamiento de los espacios.

Tercera Etapa:

Diagrama de actividades relacionadas.

Cuarta Etapa:

Plano de distribución y relación de espacio.

Quinta Etapa:

Evaluación de alternativas de arreglo.

Sexta Etapa:

Detalle del plan seleccionado de distribución.

En este capítulo serán explicadas cada una de estas seis etapas ejemplificando cada una de ellas.

Se tendrá una continuidad del ejemplo, para facilitar la comprensión de esta Metodología.

3.5. Primera Etapa.

Carta de relaciones de Actividades.

El primer paso es relacionar cada actividad, o sea, función o forma del Edificio envuelta en la distribución estudiada de cada una de las otras actividades por una clasificación.

Este es un paso de clasificación para determinar la relativa cercanía entre cada par de actividades o áreas.

Qué hacer:

Identificar cada actividad comprendida y listar todas las actividades en una carta de relaciones.

Determinar y marcar una deseada cercanía de clasificación para cada actividad relativa a otra.

Marcar la razón o razones para asignarla cercanía determinada.

Por qué se hace:

No se puede hacer una distribución de planta sin tomar decisiones de cómo acercar unas actividades.

La carta de relaciones auxilia en el problema de tener en mente todas esas decisiones y sus razones. Esto llega a ser más importante si se tiene más actividades.

También registrando ambas cercanías y las razones que las apoya ésta asegura la consistencia en sus relaciones y la habilidad de comprobar y chequear lo que se ha hecho.

La carta de relaciones sirve como una hoja de chequeo que evita pasar por alto cualquier relación que deba ser incluida en la Planeación.

Cómo se hace:

1.- Llene el encabezado de la forma para identificar la distribución. (Estos datos deben aparecer en todos los papeles utilizados en la distribución de la planta).

2.- Identifique cada actividad y anístelas en la carta de relaciones. Si hay más de 20 actividades revise y consilte en una forma más apropiada.

3.- Defermine y marque en la parte superior de la haya en forma de diamante una cercanía clasificada para cada actividad relativo a otra.

Use las vocales (A,E,I,O,U) para mostrar el grado de cercanía deseado, use X para mostrar que la cercanía es indeseable, use una línea punteada cuando exista una actividad previamente arreglada, o cuando la relación entre ellas no este involucrada en el problema.

El uso de vocales para simbolizar el registro de la cercanía es recomendable por varias razones. Las mismas letras tienen un significado.

"A" Es para absolutamente necesaria.

"E" Para especialmente importante

"I" Para importante

"O" Para cercanía ordinaria

"U" Para sin importancia.

Segundo, las vocales son fáciles de recordar; tercero, evita el uso de números porque implican una mayor precisión que el actual registro y pueden ser confundidos con actividades numeradas y razones numeradas.

4.- Marque una razón simbolizada en la parte baja de cada sección.

5.- Explique cada razón simbolizada con una oración en el cuadro explicativo.

3.4. Segunda Etapa.

Requerimiento y Acendeleonamiento de los Espacios.

Establecer para cada actividad el área requerida, las características físicas y cualquier restricción en la configuración.

Qué hacer:

Use la misma lista de actividades (subactividades o áreas) como en el paso 1.

Determine y marque el espacio para cada actividad.

Establezca y marque cualquier estructura especial o característica física requerida para cada actividad.

Ente cualquier requerimiento para equipo especial.

Muestre cualquier requerimiento que afecte o restrinja la forma o configuración de un espacio de actividad.

Por qué se hace:

Cercanía de actividades o adyacencia, no tiene sentido hasta que los requerimientos de espacio son determinados. Entonces se debe desarrollar requerimiento de espacio para cada actividad.

Sumando a la cantidad de espacio o área, se debe saber la clase de espacio. Para conseguirlo, se deben saber las características

físicas requeridas para cada actividad. De este modo se puede integrar la planeación con condiciones prácticas involucradas en construcción. Se necesita un chequeo de servicios especiales para cada actividad. Además resulta necesario saber si hay requerimiento obligatorio para el espacio que mantendrá una actividad para una configuración específica.

Esto ayudará a dar forma a cada espacio de actividad y reducir después el trabajo cuando se ajuste la distancia.

Cómo hacerlo:

- 1.- Se enlista cada actividad en el área y la hoja de características. Use la misma secuencia y terminología que en el listado de la carta de relaciones.
- 2.- Área de entrada (generalmente en m²) requerida para cada actividad encuestada.
- 3.- Determine los requerimientos en unidades de medida y cantidad para características físicas específicas como un piso cimentado y altura del techo. Anote esto en la hoja.
- 4.- Determine la importancia de proveer herramientas y los servicios auxiliares especiales. Muestre insertando la vocal apropiada clasificada.
- 5.- Muestre cualquier requerimiento para una forma específica o configuración de espacio. Enliste las razones que sostienen cada requerimiento.
- 6.- Anexe cualquier comentario explicativo o calificativo al final de la hoja. Haga referencia de estos comentarios colocando la letra apropiada en círculo en el lugar que le corresponde.

3.7. Tercera Etapa.

Diagrama de Actividades relacionadas.

Una vez terminado el acomodo del área productiva en base al "Análisis del movimiento de materiales" se produce el acomodo de los

servicios a producción, esta fase, puede representar en algunas empresas la parte más importante del Lay-out, como aquellos en que se tiene un proceso "tipo químico" o en los que una sola carga de material provee trabajo para largo tiempo.

Aun en los casos en que el movimiento de material es intenso y por lo mismo determinante para el Lay-out, el acomodo de los servicios reviste gran importancia ya que existen razones de seguridad estética, normativa, etc. que no son consideradas en el flujo de los materiales; además de que el flujo del personal y la maquinaria también son importantes.

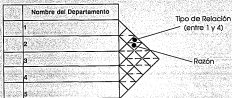
Existe un método sistemático para el acomodo de servicios que considera no sólo a producción sino también la relación entre ellos mismos, de manera que cumple con el principio de integración mencionado en el Capítulo I.

Diagrama de Correlaciones.

Es un cuadro que el que se anotan todas las áreas e actividades que se desean analizar, cada una de ellas respecto a las demás siendo además importante ponderar la relación y las razones que se tiene para ello.

A continuación se presentan las explicaciones generales de empleo, así como un formato.

Gráfico # 1



Tipos de Relación

- 3.- Indispensable.
- 2.- Especialmente importante.
- 1.- Necesaria aproximación.
- 0.- Indiferente.
- 1.- No conveniente.
- 2.- Indeseable.

Razones:

- A.- Estético.
- B.- Empleo del mismo personal, equipo, material, etc.
- C.- Economía.


Planta _____

Proyecto _____






Diseño _____

Fecha _____

Arte	Concepto



Valores

Letra	Número	Línea	Color	Tipo de Relación
A	3		Rojo	Indispensable
E	2		Amarillo	Especial importancia
I	1		Verde	Necesario
O	-1		Grís	No conveniente
U	-2		Negro	Indeseable

Línea

Razonar

Peso

Secuencia Para el Empleo del Diagrama de Correlación.

- 1.- Identificar todos los departamentos o actividades.
 - Agrupe actividades similares.
 - No emplee más de 30 actividades
- 2.- Evaluar el tipo de relación y razones.
 - Utilice sus conocimientos sobre cómo opera cada uno de los departamentos.
 - Realice una encuesta con los jefes principales
 - Practique un muestreo de movimiento durante una semana
 - Emplee como razones los mismos "Factores de evaluación"
- 3.- Calcule el (los) centro(s) (s)
 - Sume para cada actividad, en "valores absolutos", hacia ambas direcciones y la suma total colóquela al lado izquierdo del número del departamento en la columna que dice Imp. (Importancia)
 - Compare la puntuación alcanzada de cada departamento y seleccione la más elevada (centro(s)) lo cual significa que es el departamento o área más relacionada, positiva o negativa, con el resto de las actividades.
- 4.- Realice el diagrama de conexiones en base a la tabla de correlación.

Diagrama de Conexiones.

El siguiente paso después de llenar el diagrama de correlación es graficar estos mismos datos de manera que nos aproximemos a las

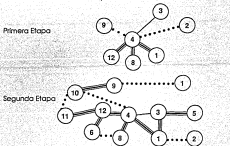
alternativas o bloques que cumplan con las relaciones estipuladas en el diagrama mencionado.

Lo anterior significa tener que realizar un acomodo geográfico entendiendo las necesidades de cercanía o lejanía estipuladas. En los casos en que se manejan más de 10 actividades o departamentos, se recomienda agrupar departamentos afines para simplificar el diagrama o bien sólo trazar en el diagrama de conexión las relaciones "críticas", estas es, las muy necesarias o las indeseables, ya que las otras relaciones son casi intrascendentes.

El diagrama de conexiones se inicia dejando el departamento "centroide" en el lugar más favorecido usualmente al centro del espacio disponible, esto se hace con el fin de poder acercarle a su alrededor todos los departamentos que están íntimamente relacionados con él o lo contrario, alejarlo los departamentos que no son deseables cerca de él.

Colocado el departamento centroide, se van colocando todos los departamentos que guardan con él una relación crítica, o sea, que es indispensable su cercanía o bien que es indeseable que estén juntos. Cubierta esta primera etapa se procede a revisar toda la tabla de relaciones a fin de ir anotando y colocando los departamentos que no aparecieron en la 1ª etapa.

Gráficamente sería como se presenta a continuación.



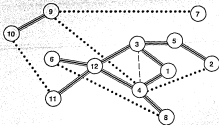
Como resultado de este primer esquema, es probable que no se obtenga la colocación geográfica acorde a las relaciones específicas, por lo que será necesario hacer otro diagrama que corrija los errores del primero y así sucesivamente hasta lograr un esquema aceptable, el cual se convertirá en una alternativa una vez que se le asigna a cada departamento los metros que requiere.

1º Esquema



* Errores de colocación respecto al tipo de relación.

Esquema Corregido.



3.8. Cuarta Etapa.

Plano de Distribución y Relación del Espacio.

Aquí veremos como visualizar y localizar el área requerida para todas las actividades.

Hay que hacer cualquier ajuste o acomodado necesario para integrar todas las modificaciones consideradas.

Qué hacer:

- Establezca una escala para trabajar, de preferencia una que le permita trabajar el plan total en una sola hoja.
- Dibuje el perímetro del espacio requerido por cada actividad siguiendo el diagrama de la tercer etapa.
- Haga los ajustes y arreglos necesarios para incorporar las modificaciones y los demás factores físicos.
- Dibuje todas las soluciones lógicas posibles.

Por qué hacerlo:

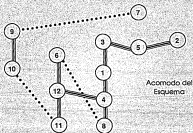
- No se puede obtener una eficiencia máxima de operación, no importante qué también se hayan hecho los detalles individuales de su distribución, se ha descuidado el cálculo del espacio total requerido.
- Primero se deberá desarrollar el arreglo ideal para el espacio requerido, luego trabajen hacia un arreglo real, con mínima desviación del ideal, antes de proseguir con los detalles.
- La etapa núm. 3 ayuda a visualizar las relaciones. Pero estos diagramas no tienen validez hasta que se convierten a bloques de áreas del tamaño apropiado. Se debe hacer la Etapa núm 4, para obtener las dimensiones específicas y que les permita verificar tales condiciones físicas como columnas, accesos, paredes exteriores, obstáculos, limitaciones, etc.

- Generalmente, hay varias soluciones adecuadas para una área determinada, serán suficientes 3 ó 4 alternativas para escoger la mejor distribución.

Cómo hacerlo.

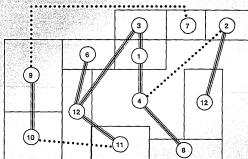
- 1.- Usese papel adecuado para estos trabajos.
- 2.- Seleccione la escala conveniente.
- 3.- Trácese el espacio equivalente para cada actividad hecha en el diagrama de la Etapa 3
- 4.- Si se planea un nuevo edificio, haga los ajustes en la configuración del área de tal modo que obtenga dentro de lo lógico, paredes rectas exteriores con una longitud mínima y práctica.
- 5.- Si se planea un recomeodo o una expansión, dibújese los límites del área en que se va a trabajar, coloque su área requerida sobre ésta área y ajuste distribución lo mejor posible dentro de la estructura existente.
- 6.- Muestre todas aquéllas cosas tales como: columnas, paredes, puertas de acceso principales, etc.
- 7.- Para los edificios existentes, añada cualquier particularidad permanente, tal como: paredes interiores que soporten cargas, baños o sanitarios y los puntos principales de servicio.
- 8.- Coloque su distribución de acuerdo con la mejor orientación según las facilidades que lo rodean tales como: calles, vías de acceso de ferrocarril y líneas de servicios, para el mejor uso del área total.
- 9.- Repita los puntos de 3 al 8 para las diferentes alternativas que parezcan lógicas para la distribución.

Se deberá mostrar paciencia y usar algo de ingenio en la comisión de las diferentes alternativas. Esto es el paso de ajuste y modificación o compromiso.



Acomoda del Esquema

Asignación de Área a cada Departamento



3.9. Quinto Etapa: Evaluación de Alternativas de Arreglo

Aquí seleccionamos la distribución más adecuada para nuestro caso, para hacer esto se hace una evaluación de los diferentes arreglos finales desarrollados en el paso anterior.

Qué hacer:

- Identifique cada arreglo final, estableciendo todos los factores pertinentes, consideraciones y objetivos que afecten a la decisión para escoger la mejor alternativa.
- Asigne a cada factor un valor de peso ponderativo que indique su importancia relativa a la eficacia de la distribución.
- Clasifique cada uno de las distribuciones según los factores, usando las mismas letras de los pasos anteriores.
- Convierta todas las letras por números y multiplíquese por los pesos previamente establecidos.
- Totalice los valores así formados para cada una de las alternativas, el que obtenga la mayor calificación será el mejor entre las propuestas.

Por qué hacerlo:

Sólo cuando se hace una evaluación objetiva e imparcial como sea posible, se puede llegar a la mejor decisión, generalmente, una lista de ventajas o desventajas no profundiza suficiente y no da el adecuado reconocimiento a la importancia relativa entre los diferentes factores. Por otro lado una comparación exacta y detallada en costos, a menudo resulta inconveniente.

Cómo hacerlo:

1.- Identifique cada alternativa con una letra A,B,C, etc., dé una breve descripción de 3 a 5 palabras para cada una y utilice una fama de alternativas.

2.- Identifique todos los factores, consideraciones u objetivos que la Compañía desea que se obtengan con el Lay-out, anótelos en la forma, cuidando de la relación, de tal modo que los factores se definan claramente.

3.- Seleccione el factor más importante y asígnele un valor o peso de 10, la importancia de los demás factores en relación con éste, indique su valor en la forma y registre la persona que determinó ese valor.

4.- Para cada factor califique la efectividad de cada arreglo propuesto según el alcance de su objetivo, usando las vocales A,E,I,O,U, y la letra X, para presentar el orden decreciente de efectividad. Registren en la forma la letra seleccionada y el nombre de la (s) persona (s) que hicieron la calificación.

5.- Después de calificar cada alternativa para todos los factores, las letras se convertirán a números: A=4; E=3; I=2; O=1; U=0, y multiplique por los valores de peso respectivas, regístrese en los casilleros correspondientes en la forma.

6.- Sómese los valores así obtenidos para cada arreglo, regístrese en la forma así como la persona que lo hizo.

7.- El plan con el total más alto será el mejor Lay-out propuesto.

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS (SOLUCION A BLOQUES).

En esta etapa se procede al análisis de la información recibida y se proponen alternativas generales (a bloques) en base al estudio del movimiento de materiales y las relaciones entre los departamentos, posteriormente se selecciona una de ellas que se detallará posteriormente. La secuencia para realizar esta etapa es la siguiente:

- 1.- Determinar espacio necesario (aprox)
- 2.- Análisis del Movimiento de material.
- 3.- Estudio de relaciones.
- 4.- Otros análisis.
- 5.- Evaluación de alternativas.

1.- Determinación de Espacio (aproximado).

1.1. M2 por producto e índices.

1.1.1. Del plano actual de la planta, identifique el área destinada a producción.

1.1.2. Identifique el área destinada a pasillos, entradas, rampas.

1.1.3. Localice áreas de almacén (en proceso, de materia prima, producto terminado).

1.1.4. Calcule el área de cada departamento de servicio.

1.1.5. Investigue la capacidad de producción y para el espacio de producción y almacenaje disponible actualmente. Compare su investigación con datos históricos, de cuando menos 3 años.

1.1.6. Obtener las M2 por producto.

Divida el área disponible entre la producción óptima posible de lograr en ese espacio (aún si no coincide de producción actual con la óptima).

1.1.7. Obtenga las M2 por cada proceso del producto.

Calcule el área productiva, para cada fase del proceso de manufactura del producto y divídala entre la producción óptima a obtenerse en ese espacio. Considérese que no todas las áreas del proceso crecen proporcionalmente y que algunas crecen por rangos.

1.1.8 Obtenga el índice de pasillos.

Relacione el área de pasillos del punto 1.1.2. con el área de producción 1.1.1. de manera que se sepa cuántos M2 de pasillo se requieren por cada M2 de área productiva.

1.1.9 Índices de Almacén.

Para cada área de almacén calculados en el punto 1.1.3., y la capacidad de almacenaje en productos (punto 1.1.5.) obtiene los M2 de almacenaje por producto. Se relaciona los M2 de almacenaje con los M2 de producción, se obtiene un índice de uno contra otro.

También es posible calcular los índices de M2 de almacén relacionando directamente las áreas productivas actuales con los M2 actuales de almacén (incluyendo o no pasillos) con la consideración de que puede existir desbalanceo de capacidad entre ambos y ello proporcione un dato étneo.

A continuación se presenta un ejemplo de los cálculos anteriores.

Ejemplo para una Fábrica de Artículos Electrónicos.

Utilizados por "aparato" y por proceso,
partiendo de la situación actual con capacidad saturada.

Núm	Descripción	Producción máxima	Area en M2	M2/ unidad	Metros lineales c/ ancho 2.3 M
1	T.V. blanco y negro	250	336	1.35	146
1.1.	Placa impresa	300	30	.10	13
1.2.	Ensamble Chasis	250	33	.15	17
1.3.	Ajuste	250	38	.15	17
1.4.	Engabinado	250	100	.40	44
1.5.	Calentamiento (4hrs)	250	45	.18	20
1.6.	Barniz	300	25	.08	11
1.7.	Empaque	250	40	.16	17
1.8.	Stock en planta	150	20	.14	9
2	T.V. Color	52	380		165
2.1.	Chasis	52	86		37
2.2.	Engabinado	52	52		22
2.3.	Ajuste	52	36		15
2.4.	Calentamiento (12hrs)	52	47		20
2.5.	Empaque	52	47		15
2.6.	Stock en planta	52	52		22

Índices Principales.

Relación Área Productiva-pasillos $903/2150=,42$

Relación Área Productiva-almacén M.P. $2500/2150=1,16$

Relación Área Productiva-almacén P.T. $3000/2150=1,39$

Relación Área Productiva-Stocks en Proceso $400/2150=0,18$

Estos índices parten de los siguientes datos:

Área total de Manufactura = 3453 m²

Área de Producción = 21.150 m²

Área de Pasillos = 903 m²

Área de Stocks en proceso = 400 m²

1.2 Determinación de Espacio de Oficina.

Los espacios requeridos para oficinas se calculan en esta fase mediante un análisis aproximado (empleando) la información recabada sobre la situación actual y los planes a corto plazo (1 ó 2 años) para lo cual se puede emplear el formato que a continuación se presenta sin olvidar que al realizar el Lay-out detallado, esta información deberá afinarse.

En esta parte del estudio se recomienda especial discreción con relación a esta información que se proporciona, ya que se trata de los movimientos a corto plazo del personal de la organización.

2.- Análisis del Movimiento de Materiales.

El análisis del Movimiento de materiales es la forma de estudiar y resolver el acomodo del área de producción ya que ésta depende prioritariamente del movimiento de materiales existentes, a tal grado que hablar de Lay-out implica casi siempre considerar manejo de materiales.

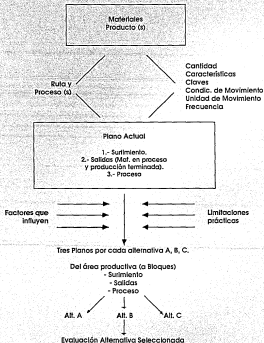
El análisis debe partir del estudio del proceso, información ya recabada anteriormente, que incluye el sistema de abastecimiento de materiales y el sistema para desalojar producción terminada.

El siguiente paso del análisis de movimiento de materiales es obtener la información de los materiales o "tipo" que comprendo cantidad, volumen y ruta de la situación actual y proceder a registrar toda esta información en un plano a fin de que sea objetiva y más fácil de analizar.

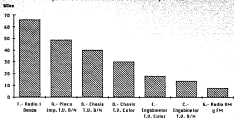
Para ello se recomienda el empleo de los diagramas de hilos. Es conveniente hacer notar que la información del volumen o peso desplazado es de mayor importancia que la cantidad de piezas que se mueven de cada material ya que los movimientos están usualmente más relacionados con volumen y peso que con cantidad, de manera que el movimiento se especifica a través del número de tarimas, estibas, camos, etc., que se mueven de cada material.

A continuación se presenta un ejemplo resumido del análisis de movimientos en una planta de artículos electrónicos.

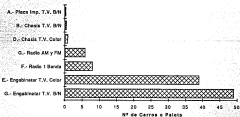
Esquema para el Análisis de Movimiento de Material.



Importancia del Movimiento de Material por Pieza



Importancia del Movimiento de Materiales en base al Volumen diario



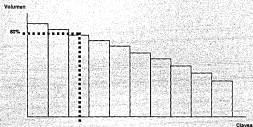
**MOVIMIENTO DE MATERIALES POR LINEA DE PRODUCCION
(PRODUCCION TOTAL, PIEZAS, VOLUMEN)**

Línea	Sección	Material (Kilos)	Esp. (Litros)	Material (Litros)	Materiales (K)	C.	Cuentas por Débito (Volumen) **		
							Mil. Litros	Mil. Litros	ET. Litros
L-5, Motor y Caja	Piezas Imp.			200	40,000	A	200	1	0
	Clase	60,000	110	200	20,000	B	200	1	0
	Explosivos			80	15,000	C	80	30	17
	Total			280	75,000		280	32	17
L-8, Motor	Clase			160	30,000	D	160		0
	Explosivos	10,000	10	20	10,000	E	20	80	10
	Total			180	40,000		180	80	10
R-20	1. Base	140,000	50	100	60,000	F	100	1	0
	Fuelles	10,000	50	200	10,000	G	200	0	0
	Total				70,000		300	1	0

* Los materiales por unidad se expresaron en litros de piezas.

** Millones de material por día se considera los materiales por sección, sustratos de fibra, (precio por litro de litro del medio de transporte), y unidades de piezas de proceso asociadas en "piezas".

Como se comprenderá el esquema anterior representa un trabajo demasiado amplio para ser realizado exhaustivamente en una empresa, por lo que usualmente se simplifica aplicando la regla 80-20, que en el estudio de materiales sería de la siguiente forma.



Esta curva se interpreta diciendo que del 100% del número de claves o artículos que maneja una empresa, existe un 20% de ellos que genera el 80% de la cantidad total de materiales. Por ello se puede asegurar que se estudia la mayor parte del total de los materiales que se emplean en la planta, cuando se analiza este 20%.



Una vez que se tiene el movimiento de materiales, el siguiente paso es realizar el análisis de la información y proponer alternativas que solucionen los problemas de movimiento actuales, o bien, optimicen los resultados del manejo.

Para ellos es posible de emplear el diagrama de relación, desplazamiento e inclusive alguno de los métodos computarizados, haciendo la observación que todos ellos deben ser tomados como herramientas de análisis, ya que parten del estudio de modelos restringidos y que por lo mismo están limitados.

El resultado del análisis anterior debe ofrecer por lo menos 3 alternativas de acomodo de la planta, cada una con sus respectivos planos que demuestren el flujo de suministro de materiales y por último un plano que muestre el flujo de salidas desde la planta hacia los almacenes de materiales en proceso o de producción terminada.

Ejemplificación de la Metodología Descrita Anteriormente.

A continuación se presentan 2 proyectos en los cuales se utilizó dicha Metodología.

1.- Proyecto de Lay-out oficina.

2.- Cia. Taller de Herramientas.

EJEMPLO # 1

Proyecto de Lay-out Depto. de Producción.

Proyecto: Lay-out de oficina

Hecho por:

Fecha:

Area (ft²)

1	125	Gerencia	
2	120	Dep. de Ingeniería	
3	65	Secretaria	
4	50	Pasillo de Entrada	
5	65	Archivos	
6	20	Equipo Maq. Copiado	
7	80	Almacén	

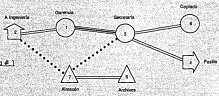
VALOR APROXIMADO

AAbs. necesario
EEsp. importante
IImportante
ONormal
USin importancia
XNo deseable

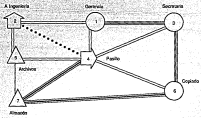
RAZONES

1Contacto Personal
2Por conveniencia
3Maq. y Equipo
4Utilizan mismo equipo
5Recibir visitante
8Interrupciones

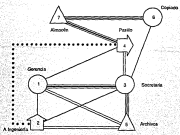
Alternativa # 1



Alternativa # 2



Alternativa # 3



Cfo: Lay-out oficina

DESCRIPCION DE ALTERNATIVAS.

1.- La Gerencia en la parte superior y secretaria a la derecha al igual que el equipo de copiado.

2.- Gerencia en la parte superior y secretaria en la parte derecha, equipo de copiado en la parte inferior del mismo lado que la Secretaria.

3.- Almacen de papeleria en la parte superior izq. y equipos de copiado en la parte superior derecha.

Clasificación y Valorización (pesos)

Concepto	Valorización (peso)	Alternativas			Comentarios
		1	2	3	
1.- Rujó de Personal	10	O=0	E=30	E=0	
2.- Conveniencia de Servicio	5	O=5	E=15	A=20	
3.- Buena oportunidad	8	V=16	E=24	E=24	
4.- Facilidad de Supervisión	9	V=18	A=36	A=36	
5.- Menor inversión	6	E=24	E=24	E=24	
Totales		72	129	134	

Notas:

A=4 Cost perfecto

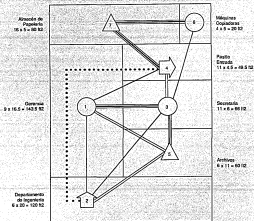
E=3 Muy bueno

I=2 Bueno

O=1 Regular

U=0 No aceptable.

LAY-OUT DE OFICINA (ALTERNATIVA # 3)



Escala 1 = 125 m.

EJEMPLO # 2

Proyecto de Lay-out Departamento de Producción

Hecho por:

Fecha:

⊙	1	Troqueladoras
⊙	2	Dobladoras
⊙	3	Punzadoras
⊙	4	Rectificadoras
⊙	5	Fabr. General
⊙	6	Tratamiento Húmedo
⊙	7	Prod. Especial
▽	8	Almacén de Mat. Prima
⊙	9	Ensamble
⊙	10	Serv. Sanitarios
⊙	11	Oficinas del Taller
▽	12	Almacén de Herramienta

VALOR DEPENDENCIA

- A Abs. necesario
 E Esp. importante
 I Importante
 O Normal
 U Sin importancia
 X No deseable

CLAVE RAZONES

- 1 Eq. uso diverso
 2 Mov. de material
 3 Mov. de personal
 4 Supervisión y serv.
 5 Necesita utilidad
 6 Ruido y poco aseo.

Diagrama # 1
(A's y E's)

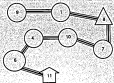


Diagrama # 2
(añadir F's y reacomodar)

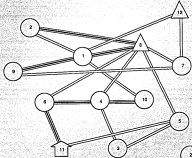
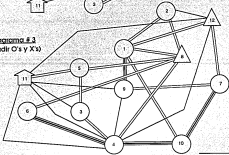


Diagrama # 3
(añadir O's y X's)



Evaluación de Alternativas.

DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

A.- Las troqueladoras en parte superior y fabricación general, a la derecha.

B.- 8 Troqueladoras a la izquierda, y fabricación general, a la derecha.

C.- Troqueladoras a la derecha, y fabricación general, a la izquierda.

Clasificación y Valorización (puntos)

Concepto	Valorización (puntos)	Alternativas			Comentarios
		1	2	3	
1.- Conveniencia de Servicio	6	I/12	E/18	E/18	
2.- Facilidad de Supervisión	8	O/8	A/20	I/10	
3.- Flujo de Materiales	10	I/10	E/30	A/40	
4.- Rentabilidad	8	O/8	O/9	I/16	
5.- Menor Inversión	8	E/24	I/16	A/32	
6.- Buena apariencia	3	A/12	E/9	I/6	
Totales		11	104	122	

Notas:

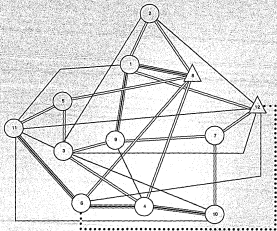
A=4 Casi perfecto

E=3 Muy bueno

I=2 Bueno

O=1 Regular

DIAGRAMA FINAL



Mediante los diagramas de dependencias, se logra un patrón ideal que permite ser ajustado a lo práctico posteriormente.

3.10. Sexta Etapa,

Detalle del Plan Seleccionado de Distribución.

En este último paso se dibuja la distribución seleccionada, marcando los detalles individuales de equipo o de construcción, el plan completo se puede usar como guía para la instalación.

Qué hacer:

- Reproducir la distribución seleccionada a una escala conveniente.
- Identificar las áreas características principales.
- Dibújese el equipo, maquinaria así como las demás facilidades en detalle.
- Repárense los detalles y háganse los ajustes necesarios.
- Muestre todos los datos de identificación

Por qué hacerlo:

En este paso final se justifica todo el trabajo anterior de análisis, cuando se ha terminado esta distribución detallada deberá ser tal que un arquitecto o contratista pueda desarrollar su instalación sin dificultades ni mal entendidos.

Cómo hacerlo:

- 1.- Reproduzca la distribución seleccionada preferente a escala comercial.
- 2.- Identifique las actividades y características principales, así como el equipo y maquinaria según su posición y dibújelo en el área delineada.
- 3.- Póngase aquellos detalles para situar el equipo, maquinaria y los servicios necesarios.
- 4.- Revise el arreglo de los detalles y hacer los ajustes necesarios. Revise puntos como: columnas, espacio para abrir puertas.

pasillos. Asegúrese que el arreglo es funcionalmente lógico.

5.- Indique la escuela, nombre de la Cia, título del proyecto, fecha y nombre de quien lo dibujo.

6.- Márquese todas las dimensiones y claves.

CAPITULO IV IMPLANTACION.

Puede existir diversos criterios de agrupaciones de conceptos una vez que se ha encontrado la solución del problema, y se cuenta con el mejor sistema, algo importante es lo relativo a las aprobaciones necesarias en las distintas fases del desarrollo del sistema, es fácil encontrar que nuestro mejor sistema habiéndolo desarrollado en todo detalle no es aprobado y es necesario volver a empezar. De tal modo que se requiere definir las actividades que van a otorgar dichas aprobaciones y en qué momento se otorgarán, se aconseja lograr una aprobación de la solución en términos generales para proceder a detallarla y posteriormente aprobaciones de la solución en términos generales para proceder a detallarla y posteriormente aprobaciones en el grado necesario según la importancia de las modificaciones.

Mucho depende del nivel del departamento sobre quien debe tomar las decisiones de aprobación o rechazo, de cualquier manera estas actividades deben estar claramente definidas antes de iniciar los estudios.

Es cierto que en numerosas ocasiones un magnifico sistema no puede ser implantado porque no se sabe lograr cooperación para vencer la resistencia del cambio.

A continuación se señalan los conceptos más generales sobre el particular.

4.1. Presentación del Sistema.

Debe prepararse cuidadosamente, ésto es la principal herramienta de cuenta y debe contener:

- Información, presentado los antecedentes del estudio, objetivo, método, limitaciones y recomendaciones.

Por tal motivo se aconseja la siguiente Metodología.

4.2. Notificar Areas Afectadas.

Este punto es importante ya que se debe comunicar por escrito a las áreas que afecte el sistema, con la finalidad de que a su presentación, acudan todas las personas involucradas.

Esta comunicación se puede hacer por medio de memorandum donde se notifique que se está en disposición de presentar el Informe para mostrar el procesamiento señalado.

4.3. Tiempo y Lugar adecuado.

Se deberá escoger con suma cuidado el tiempo aunque efectuará la presentación del sistema.

Es muy importante, ya que de ello dependerá el éxito o fracaso de la venta final de la idea. No es conveniente por lo tanto, hacer una presentación cuando el ejecutivo afectado debe resolver otro problema, ya que su mente no estará preparada ni atenta para escuchar y atender la presentación del nuevo sistema.

También es muy importante el lugar donde se va a efectuar la presentación. Deberá ser en un lugar cerrado donde no haya posibles distracciones y las personas puedan oír a los exponentes y con lo que se presenta.

4.4. Dirección de Juntas.

Es muy importante para la presentación del sistema, ya que sin ella no será posible coordinar a los elementos que están en la presentación. Se deberá establecer un orden para la toma de la palabra, con el objeto de que al hacer la presentación, primero se exponga y posteriormente se vayan resolviendo las dudas respecto al sistema explicado.

La persona que dirija la junta será el Subdirector o el Ejecutivo correspondiente dejando en primer término que tome la palabra el expositor del sistema, de tal modo que conduzca la junta según se vaya efectuando la explicación.

4.5. Ayuda de Audiovisuales-Carteles.

Esta presentación por medio de placas (Lay-out) tiene la ventaja de aclarar cualquier duda que surja de la comprensión del sistema. Uno de los objetivos principales de los planos (Lay-out) es la de atraer la atención de los presentes, por lo que deben ser lo más amenos y gráficos posibles además deben servir de guías para la explicación que del sistema haya el analista, ya que así se cubrirá el aspecto de la comprensión del sistema y de sus beneficios.

4.6. Implementación y Evaluación del Sistema.

Revisión del Sistema.

La revisión de los sistemas tiene la finalidad de detectar su comportamiento y consistencia mediante la aplicación de técnicas adecuadas que permitan observar si el sistema se está ajustando a las necesidades.

La responsabilidad de la revisión es básica ya que el control sobre los procedimientos implantados debe tener como objetivos, fijar cuando y la forma de hacer las revisiones del procedimiento. Esta es la principal razón de efectuar una revisión cada vez más urgente por pequeña o grande que sea la empresa, ya que siempre que se fijan controles surgen condiciones inesperadas, por lo que es saludable pensar en las revisiones periódicas y los evalúe a los procedimientos y ver qué elementos las ventajas que se presenta dicha revisión.

Mediante la revisión de los sistemas se implica el proceso de medir o verificar principios para determinar si el plan, la política y el sistema son los mejores.

Con las revisiones al sistema implantado se determinará los puntos de posible peligro, si se ha dado cumplimiento o no a los procedimientos instalados últimamente o a los que ya tienen cierta antigüedad y si su consistencia se mantiene.

El analista detectará las deficiencia y errores que se deben corregir.

Las causas de las deficiencias por errores pueden ser:

a) Desviación del Sistema Instalado.

El sistema pudo haberse desviado o salido de los lineamientos en que fué fijado a los primeros indicios, se deberá efectuar la revisión para fijar los controles necesarios que lo devuelvan a su curso normal.

b) Aumento de Operaciones en la Empresa.

El crecimiento de las operaciones trae como consecuencia ajustes a los sistemas, o bien, un nuevo diseño de los mismos por lo que también deberá efectuarse una revisión que propongan mejores o nuevos sistemas que lleven con fluidez y con beneficios las operaciones.

c) Cambio de Políticas que afecten directa o indirectamente al Sistema.

Cuando hay cambios de políticas que hacen la operación diferente respecto a como se manejaba anteriormente y esto afecte los sistemas y procedimientos, es sumamente indispensable efectuar una revisión que restablezca el control.

d) Duplicación en las Operaciones.

Cuando hay dificultad en las operaciones que se llevan, o duplicidad de funciones en una misma operación, es conveniente efectuar la revisión que detecte las fallos con exactitud.

e) Cambio de condiciones en las que se ejecutaba o realiza el Sistema.

Cuando ha variado la índole o naturaleza del sistema, se debe efectuar una revisión que marque el nuevo sistema, o las modificaciones para ajustarse a las nuevas condiciones de trabajo.

4.7 Análisis y cuestionamientos sobre el proceso productivo.

Antes de comenzar con una nueva distribución de planta es conveniente analizar las operaciones productivas y no productivas, con el propósito de optimizar sus costos, capacidad de producción, y calidad.

Tales operaciones a analizar serán:

- 1.- Volúmen de trabajo que se va a emplear en el proceso.
- 2.- Posibilidades de obtener un pedido que requiera la petición del mismo trabajo.
- 3.- Tiempo de duración para ejecutar el trabajo.
- 4.- Las posibilidades de cambiar un diseño y la cantidad de mano de obra requerida.

Para obtener una información precisa y un mejor análisis, a las operaciones anteriores se les podía aplicar el siguiente cuestionamiento:

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1.- Volúmen de trabajo: | ¿Cuánto se produce actualmente?
¿Cuánto se debe producir?
¿Cuánto será necesario producir? |
| 2.- Procesos repetitivos: | ¿Existen productos con el mismo proceso de fabricación, o proceso similar?
¿En qué proporción se producen? |
| 3.- Tiempo de Proceso: | ¿Cuál posee un mayor tiempo de proceso?
¿Cuál posee un mínimo de tiempo de proceso?
¿Qué operaciones consumen más tiempo?
¿Qué operaciones consumen un mínimo de tiempo?
¿Hay facilidades de transporte?
¿Es necesario aumentar el número de operarios? |
| 4.- Standardización del Proceso | Si se tienen productos similares en su elaboración, |

¿Tendrán la posibilidad de unificarse y obtener un proceso único?

Habiendo contestado a las preguntas anteriores, se habrá obtenido una información más completa sobre el proceso productivo, que ayudará a determinar que elementos serán necesarios incrementar, disminuir, o recomodar.

Cuando se ha reunido la información anterior, la cual determina que elementos están afectando al proceso de fabricación, resulta conveniente el elaborar una forma gráfica y cronológica del proceso de manufactura, (Diagrama de flujo).

Se deben efectuar estudios de cada fase de la operación tendientes a lograr una mejora. El procedimiento recomendable es considerar en forma individual cada paso del método de fabricación actual y analizarlo, con el propósito específico de mejorarlo.

Una vez analizado cada paso, se debe considerar todo el proceso en forma global, teniendo en mente una mejora general, las primeras consideraciones que se deben hacer al analizar un diagrama de flujo incluyen:

- 1) Objetivo de la operación
- 2) Diseño de las piezas
- 3) Tolerancias y especificaciones
- 4) Materiales de fabricación y herramientas que se utilizarán
- 5) Procesos de Manufactura
- 6) Reglaje de Máquinas
- 7) Condiciones de Trabajo
- 8) Manejo de Materiales
- 9) Distribución de Equipo y Planta
- 10) Economía de Movimientos

Objetivo de la operación.

Muchas operaciones pueden eliminarse, si se dedica suficiente estudio al proceso básico. Antes de aceptar una operación como necesaria, se debe determinar claramente su objetivo y analizarla con un cuestionario adecuado de tal manera que estimule la formación de ideas que puedan resultar de la eliminación de esa operación, o una parte de ella.

¿Puede obtenerse o llegar al objetivo de una manera más eficiente por otro procedimiento?

¿Puede eliminarse la operación?

¿Puede combinarse esta operación con otra?

¿Es la secuencia de operaciones la más adecuada?

Diseño de las piezas

Un diseño nunca se debe considerar como permanente: La experiencia ha demostrado que casi todos los diseños pueden mejorarse. El analista debe considerar el diseño existente y determinar si es posible mejorarlo. En general se pueden obtener mejoras.

- 1) Simplificando el diseño a través de la reducción del número de partes que forman un diseño particular.
- 2) Reduciendo el número de operaciones requeridas para producir la pieza diseñada.
- 3) Reduciendo la distancia de transporte durante el proceso de manufactura.
- 4) Teniendo o utilizando un material en el mejor diseño.

Tolerancias y especificaciones

En general pueden ampliarse para lograr una reducción en el costo unitario sin afectar la calidad, en otros casos se deben controlar en forma más rigida para facilitar las operaciones de manufactura o de ensamble. Las tolerancias y especificaciones se deben investigar para asegurar el uso óptimo del proceso considerado.

Materiales

Se deben tener en mente cinco consideraciones básicas en relación tanto con el material directo como con el material indirecto que se utiliza en el proceso:

- 1) Encontrar un material menos caro.
- 2) Encontrar materiales más fáciles de procesar.
- 3) Usar más económicamente los materiales.
- 4) Emplear material de recuperación.
- 5) Utilizar en forma económica materiales y herramienta.

Proceso de manufactura

El mejoramiento de los procesos de manufactura constituyen un punto importante, y la mejoras posibles que merecen consideraciones especiales incluyen:

- 1) Mecanización de las operaciones manuales.
- 2) Utilización de equipos y dispositivos más eficientes en las operaciones mecánicas.
- 3) Operar más eficientemente el equipo mecánico disponible.

- 4) Cuando se cambia una operación, es necesario considerar los efectos posibles en operaciones subsiguientes.

Reglaje de máquinas y herramientas.

Estos son factores que influyen en la economía de la operación, las consideraciones a este respecto deben incluir la cantidad de piezas que se van a producir, posibilidades de repetir la misma orden de trabajo, cantidad de mano de obra necesario, tiempo de entrega que requiere el cliente, y el capital necesario para lograr una utilización a plena capacidad de las instalaciones de producción, e introduciendo un material más eficiente.

Buenas condiciones de trabajo.

Son parte integral de un proceso eficiente y óptimo, ya que mejorar las condiciones de seguridad, ausentismo y retardos, elevan la moral del personal, mejoran las relaciones obrero patronales e incrementan la producción.

Las consideraciones a este respecto deben incluir:

- 1) Mejor iluminación.
- 2) Control de la temperatura ambiente.
- 3) Ventilación adecuada.
- 4) Control del ruido.
- 5) Fomento del orden, limpieza y buen mantenimiento.
- 6) Instalaciones que permitan una eliminación inmediata de polvos, vapores, gases, o humos dañinos o irritantes.
- 7) Suministro de guardas en puntos peligrosos.
- 8) Instalación de equipo de protección para el personal.

Manejo de materiales.

El manejo de materiales es una parte esencial de cada operación y frecuentemente consume una gran parte del tiempo de producción. El manejo de material no agrega nada valioso al producto, pero sí incrementa su costo, por lo que se debe reducir en la medida posible. Cuando se analiza el proceso que hay que tener en mente que el producto que ha sido manejado en la forma más adecuada es aquel producto que se ha manejado manualmente lo menos posible.

Los puntos a analizar para lograr una disminución del tiempo y de energía que se consumen en el transporte de material son:

- 1) reducir el tiempo que se emplea en operaciones de recolección o abastecimiento de material.
- 2) Usar al máximo equipo mecánico para el manejo del material.
- 3) Aprovechar al máximo el equipo de manejo de material existente.

Economía de movimientos.

Cuando se analiza el trabajo que se va a desarrollar en cualquier estación de una línea productiva, nos debemos cuestionar:

¿Están ambas manos del operador trabajando al mismo tiempo y en direcciones simétricas y opuestas?

¿Está cada una de las manos efectuando los menos movimientos posibles?

¿Está el lugar de trabajo arreglado de tal manera que se tengan movimientos innecesarios?

Distribución de planta.

Un buen diseño de un proceso productivo necesita una buena distribución del equipo en la planta. Esto requiere distribuir el desarrollo de las

áreas de trabajo de tal manera que la localización del equipo coadyuve a una mejor economía durante los procesos de manufactura.

La distribución de planta dependerá en gran parte de los elementos productivos anteriormente señalados, y de los puntos a cuestionar de cada uno de ellos.

CASO PRACTICO (LINEA DE ENSAMBLE DE PANTALONES)

- 1.- **Procesos.**
- 2.- **Comparación de Procesos.**
- 3.- **Operaciones Repetitivas.**
- 4.- **Balances de Líneas**
- 5.- **Diagrama de Flujo**
- 6.- **Distribución de Planta. (Propuesta)**

PROCESOS PARA LOS MODELOS # 1 Y # 2

OPERACIONES DEL MODELO #1

- 1.- Fusionar vivo delantero
- 2.- Planchar pliegues
- 3.- Sobrehilar costado de pantalón
- 4.- Cerrar piezas de pantalón

ENSAMBLE 1 5.- Sobrehilar vista diagonal
 6.- Pegar vista a bolsa
 7.- Cerrar bolsa

- 8.- Hacer vivos delanteros
- 9.-
- 10.-

ENSAMBLE 2 11.- Sobrehilar ojuelera

- 12.- Pegar cierre
- 13.- Cerrar piquestas
- 14.- Abrir piquestas
- 15.- Sobrehilar trasero
- 16.- Botocar piquestas
- 17.- Hacer vivos traseros
- 18.- Planchar vivos

 19.- Fusionar pretina
ENSAMBLE 3 20.- Pegar broche

ENSAMBLE 4 21.- Hacer trabe

- 22.- Pegar pretinas
- 23.- Marcar pretinas
- 24.- Cargar costura de pretinas
- 25.- Poner ferre
- 26.- Pespunte a ojuelera

ENSAMBLE 5 27.- Planchar pie de botón

- 28.- Poner pie de botón
- 29.- Planchar pie y ojuelera
- 30.- Tapa y corredora
- 31.- Encuarter pantalón
- 32.- Planchar encuarter

OPERACIONES DEL MODELO #2

- 1.- Fusionar vivo delantero
- 2.- Sobrehilar del. sin fueras
- 3.- Planchar pliegues
- 4.- Cerrar piezas de pantalón

ENSAMBLE 1 5.- Sobrehilar ojuelera

- 6.- Pegar cierre

ENSAMBLE 2

- 7.- Sobrehilar vista diag.
- 8.- Hacer bolsa delantera
- 9.- Pegar vista a bolsa
- 10.- Sobrehilar vista diag.

- 11.- Hacer vivos delanteros

- 12.- Cerrar piquestas
- 13.- Abrir piquestas
- 14.- Sobrehilar trasero
- 15.- Botocar piquestas
- 16.- Hacer vivos traseros
- 17.- Planchar vivos

 19.- Fusionar pretina
ENSAMBLE 3 20.- Pegar broche

ENSAMBLE 4 21.- Hacer trabe

- 22.- Pegar pretinas
- 23.- Marcar pretinas
- 24.- Cargar costura de pretinas
- 25.- Poner ferre
- 26.- Pespunte a ojuelera

ENSAMBLE 5 27.- Planchar pie de botón

- 28.- Poner pie de botón
- 29.- Planchar pie y ojuelera
- 30.- Tapa y corredora
- 31.- Encuarter pantalón
- 32.- Planchar encuarter

PROCESO PARA LOS MODELOS # 1 Y # 2 (CONTINUACION)

OPERACIONES DEL MODELO #1

OPERACIONES DEL MODELO #2

33.- Ferrar pastalón

33.- Ferrar pastalón

34.- Frontilier pastalón (trabas)

34.- Frontilier pastalón (trabas)

35.-

35.- Frontilier pastalón

36.- Hacer ojal

36.- Hacer ojal

37.- Pegar botón

37.- Pegar botón

38.- Sobrehilar paloma

38.- Sobrehilar paloma

ENSAMBLE 6 39.- Planchar paloma

ENSAMBLE 6 39.- planchar paloma

40.- Frontilier paloma

40.- Frontilier paloma

41.- Revisado

41.- Revisar Pastalón

COMPARACION DE PROCESOS

Se procederá a determinar e identificar las operaciones que son similares o comunes para ambos procesos

<u>CLAVE</u>	<u>NOMBRE DE LA OPERACION</u>	<u>MODELO # 1</u>	<u>MODELO # 2</u>	<u>OPERACIONES IGUALES</u>
EO01	Puntocar vivo delantero	*	*	x
EO02A	Planchar Pliegues	*	*	x
EO02	Sobrehilar delantero sin fza.	*	*	x
EO02E	Coser pinzas de pantalón	*	*	x
EO05	Hacer vivos delanteros	*	*	x
EO06	Pegar cierre	*	*	x
	Afilonar ferro	*	*	x
ET02	Cerrar piquetes	*	*	x
ET03	Abrir piquetes	*	*	x
ET03	Sobrehilar trasero	*	*	x
ET05	Recoser piquetes	*	*	x
ET05A	Hacer vivos traseros (2)	*	*	x
ET06	Hacer vivos traseros (1)	*	*	x
ET07	Planchar vivos	*	*	x
ET08A	Turn bolsa trasera y pespunte (2)	*	*	x
ET08	Turn bolsa trasera y pespunte (1)	*	*	x
EO07	Coser costados y entropierna	*	*	x
EO08	Abrir costados	*	*	x
EO10	Pegar pretina	*	*	x
EO12	Marcar pretina	*	*	x
EO13	Cargar cintura de pretina	*	*	x
EO13	Passer ferro	*	*	x
EO14	Pespunte o ojatera	*	*	x
EO15	Passer pie de botín	*	*	x
EO16	Planchar pie y ojatera	*	*	x
EO17	Topo y corredora	*	*	x
EO18	Encuadrar pantalón	*	*	x
EO19	Planchar encarte	*	*	x
EO21	Ferrar pantalón	*	*	x
EO22	Presillar traves	*	*	x

COMPARACION DE PROCESOS (CONTINUACION)

<u>CLAVE</u>	<u>NOMBRE DE LA OPERACION</u>	<u>MODELO # 1</u>	<u>MODELO # 2</u>	<u>OPERACIONES IGUALES</u>
EE21B	Prendillar pestaión (1)	•		
EE21	Prendillar pestaión (2)		•	
EE24	Hacer ojál	•		•
EE25	Pegar botón	•	•	•
EE26	Prendillar paloma	•	•	•
EE28	Revenir pestaión	•	•	•
EP03	Sobrehilar vista diagonal	•		
EE01A	Pegar vicia a bolsa	•		
EE01B	Cerrar bolsa	•		
EP01	Sobrehilar ojaleta	•	•	
EE03	Hacer bolsa delantera		•	
EE04A	Term. bolsa delantera(I)		•	
EE04B	Sobrehilar cost. de vista diagonal	•	•	
EP02	Sobrehilar vicia diagonal		•	
EP03	Funcionar Precisa	•	•	•
EP04	Pegar broche	•	•	•
EP05	Pegar traba	•	•	•
EP07	Planchar pie de botón	•	•	•
	Sobrehilar paloma	•	•	•
	Planchar paloma	•	•	•

DETERMINACION DE LA MAQUINARIA NECESARIA Y BALANZO DE LINEAS

La cantidad de maquinaria necesaria para producir los modelos 1 y 2, será determinada por la cantidad requerida a producir por cada uno de los modelos.

La producción requerida para cada uno de ellos será de:

Modelo # 1 : 300 pantalones por día.

Modelo # 2 : 500 pantalones por día.

Para el cálculo de la maquinaria, tendremos que determinar una eficiencia que sea conveniente para el desarrollo de la producción, tal eficiencia puede variar dependiendo las políticas existentes en cada empresa. Sin embargo en una gran mayoría de las empresas la eficiencia considerada como aceptable es del 80%, misma que será utilizada en nuestro caso práctico

La fórmula aplicada será:

$$\text{Maquinaria Necesaria} = \frac{(\text{Tiempo Std.} \times \text{Cantidad a producir})}{\text{Eficiencia}} \\ \text{Minutos laborales por día}$$

Para las condiciones que presenta nuestro caso práctico tendremos 540 minutos laborales diarios, este valor también puede variar dependiendo las políticas existentes en cada empresa.

Aplicación de la Fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo Std.} &= .30 \text{ min} \\ \text{Cant. a producir/día} &= 850 \text{ piezas} \\ \text{Eficiencia} &= 80\% \\ \text{Min. laborales/día} &= 540 \text{ min.} \end{aligned}$$

Sustituyendo valores:

$$(.30 \times 850 \div 1/.80) \div 540 = .59$$

Esto significa que se requiere en 59% del tiempo diario que pueda proporcionar una máquina en una operación de duración de .30 min. y jornada de 9hrs diarias.

BALANCO DE LINEAS

<u>CLAVE</u>	<u>OPERACION</u>	<u>TIEMPO STD.</u>	<u>MANTENIMIENTO HOR.</u>	<u>TIPO DE MAQ.</u>	
ED01	Fastonar vivo delantero	.31	.58	1	Plancha manual
ED01A	Planchar pliegues	.92	.71	2	
ED02	Sobrehilar delantero sin fuerza	.80	.88	1	Overlock
ED01B	Sobrehilar costado de pantalón	.36	.37	1	Overlock
ED02E	Coser piezas de pantalón	1.68	3.17	4	Maq. recta
ED03	Hacer vivos delanteros	1.56	2.94	3	Maq. recta
ED04	Pegar cierre	1.11	2.09	3	Maq. recta
68	Aflanzar forro		1.00	1	Maq. recta
78	Sobrehilar delantera		1.00	1	Overlock
ET02	Cerrar pliegues	.35	.66	1	Maq. recta
ET04	Abrir pliegues	.35	.66	1	Plancha manual
ET03	Sobrehilar trasero	.34	1.58	2	Overlock
ET05	Retocar pliegues	.30	.56	1	Plancha manual
ET05A	Hacer vivos traseros (2)	.66	.51	1	Maq. Especial
ET06	Hacer vivos traseros (1)	.33	.56		Maq. especial
ET07	Planchar vivos (1x2)	.38	.70	1	Plancha manual
ET08A	Torn. bolsa trasera (2)	2.62	2.12	3	Maq. recta
ET08	Torn. bolsa trasera (1)	1.31	1.51	3	Maq. recta
ED07	Coser costados y entrepiernas	1.37	2.58	3	Maq. especial
ED08	Abrir costuras	1.07	2.02	2	Plancha manual
ED10	Pegar precinas	1.57	2.98	3	Maq. esp.
ED12	Marcas precinas	.81	1.53	2	OP. Manual
ED11	Cargar costura de precinas	.58	1.05	1	Plancha Manual
ED13	Poner forro	.72	1.35	2	Maq. especial
ED14	Puntado a ojales	1.66	3.13	4	Maq. Recta
ED15	Pie de bode	1.05	2.00	3	Maq. Recta
ED16	Planchar pie y ojales	.63	1.18	2	Plancha Manual
ED17	Topo y corredera	.42	.79	1	Maq. especial
ED18	Encuarter pantalón	.96	1.61	3	Maq. especial
ED19	Planchar encuarte	.64	1.30	1	Plancha Manual

BALANCEO DE LINEAS

CLAVE	OPERACION	TIEMPO STD.	MQUINARIA NEC.		TIPO DE MAQ.
			TIPO	REAL	
EO01	Ferrar pantalón	.06	1.01	2	Maq. especial
EO03B	Presillar pantalón(1)	1.12	.87	1	Maq. especial
EO02	Presillar traba	.69	1.30	2	Maq. especial
EO03	Presillar pantalón(2)	.60	1.03		Maq. especial
EO04	Hacer ojo	.66	1.24	1	Maq. especial
EO05	Pegar bocón	.23	.43	1	Maq. especial
EO06	Presillar paloma	.79	1.48	2	Maq. especial
EO06	Revisar pantalón	2.14	4.06	4	OP. Manual
EP02	Subrehilar vista diagonal	.19	.14		Overlock
EO03A	Pegar vista a bolsa	.70	.54		Maq. recta
EO03B	Cerrar bolsa	.72	.53		Overlock
EP01	Subrehilar ojale	.12	.22		Overlock
EO03	Hacer bolsa delantera	.97	1.07	1	Maq. Recta
EO09A	Term. bolsa del.	.83	.94		Recta
EO01A	Subrehilar cost. de vista diagonal	.70	.53	1	Overlock
EP03	Pacionar preña	.37	.69	1	Plancha acústica
EP04	Pegar brache	.32	.60	1	Maq. especial
EP05	Hacer traba				Maq. especial
EP07	Planchar pie de bocón				Plancha acústica

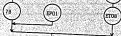
DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES

Proceso Prod. # 1

Material:

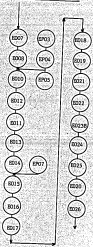


Trabajo:



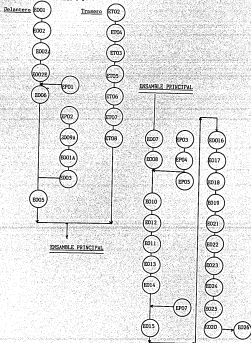
ENSAMBLE PRINCIPAL

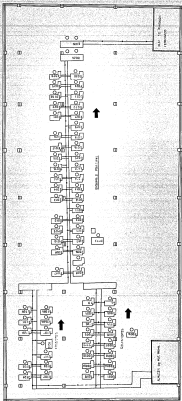
ENSAMBLE PRINCIPAL



DIAGRAMAS DE PROCESO DE OPERACIONES

Proceso No. # 2





ORGANIZACION DE MAQUINARIA PARA ENCONTRABLE
DE PARTIDOS

- MODELO 1
- - - MODELO 2

ESCALA 1:100

CONCLUSION

Nos damos cuenta que dentro del proceso de organización de la producción que se impone en los mercados para lograr calidades y precios competitivos, es necesario analizar todos los posibles caminos hacia la reducción del costo. La dirección debe asegurar cada vez más a través de los detalles que afectan, el precio del costo, sus márgenes de beneficio. Uno de estos importantes detalles, es la distribución de planta porque evita gastos innecesarios de mano de obra y espacio.

Este téis no pretendió ser un documento de lo que el hombre de industria llama teoría, a pesar de que descansa en principios fundamentales, aspira a equilibrar lo académico con lo práctico, logrando con esto cubrir la falta de calificación y eficiencia de las personas en la pequeña y mediana industria que muy a menudo son destinados a realizar este trabajo.

El capítulo I, conduce al encargado de la distribución de planta, a conocer los tres tipos básicos de distribución de planta, a conocer los tres tipos básicos de distribución de planta existentes en la industria, o sea, lo que el material puede sucederle en la obtención de un producto que son tres cosas: cambiado de forma, tratado o montado. Por muchas distribuciones que investiguemos no podemos esperar encontrar una que lo posea todo, en un sitio u otro, será ventajoso hacer una concesión para desarrollar la solución práctica a partir de la distribución teórica.

Cada distribución contiene ciertos elementos o particularidades y determinadas consideraciones que son de mayor importancia.

Por ejemplo: en una fábrica de papeles la utilización de la maquinaria; en una industria farmacéutica, es la higiene y lo cuidadoso de los métodos, debe responderse a la cuestión de cuál o cuáles objetivos y consideraciones; lo más importante para cada distribución en particular, por lo que se expresen 5 procedimientos en base a los objetivos o principios para lograr una buena distribución. Esto dará como resultado que la persona encargada de la distribución de planta logre rápidamente ubicarse en el objetivo que persigue la distribución y resolver el problema con el solo hecho de seleccionar en el índice el procedimiento a seguir para dicha distribución.

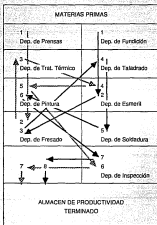
Se ha llegado a la conclusión que la distribución es una responsabilidad colectiva directa, una buena dirección probablemente conducirá el desarrollo de buenas distribuciones, básicamente ello implica:

- Mentalidad abierta e inquisitiva, con habilidad de planear en el futuro.
- La convicción de que tan constantemente necesitamos mejorar productos, métodos, equipo y distribución.
- Buen juicio para la ponderación de los hecho y alternativas.

En los capítulos III y IV, se contempló que será ventajoso desarrollar 2 ó 3 distribuciones prácticas y la necesidad de evaluarlas para escoger la que parezca mejor. Después se seguirá adelante, y se pondrá todo el empeño en su desarrollo, esto nos dará como resultado el evitar que todo el tiempo del encargado de la distribución, será invertido debatiendo cual es la mejor solución y que luego le hiciera falta para desarrollar sus detalles y consideraciones.

ANEXO "A"

Distribución para Procesamiento



Operaciones para la elaboración
de utensilios domésticos para cocina.

ANEXO "B"

Distribución para obtener Productos

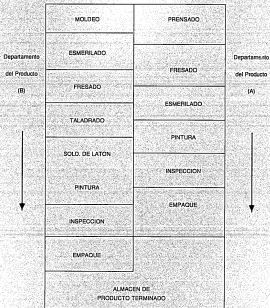
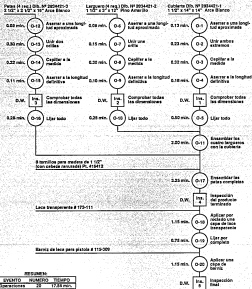
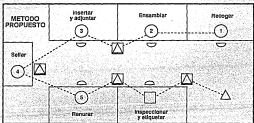
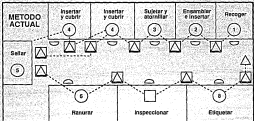


Diagrama de Operaciones de Proceso



ANEXO # 2

Métodos Actual y Propuesto



Operación

Almacenamiento de producto por terminar

ANEXO F 3

Resumen de los Materiales para Plantillas y Tableros de Distribución

Materiales más comunes para plantillas:

Cartón	Realización fácil, razonablemente rígido, se sujeta bien, fácil de señalar o dibujar en él.
Papel	No tiene duración, se rasga o enrolla.
Madera	Realización más costosa, más permanente, requiere sujetarse con tornillo o pegamento.
Placa Metálica	Realización más costosa, se debe sujetar con agujeros taladrados de antemano.
Film	Reproducción fotográfica que posea ya una nítida identificación.
Plástico	Realización difícil, puede ser comprado con una silueta fotográfica de la máquina, identificación y otros datos y con un imán insertado.

Materiales más comunes para representar a los ejecutantes:

Indicando en la Plantilla	Unido al equipo como parte de las instalaciones del área de trabajo, e indicando con una flecha la posición del operario.
Del mismo material que la plantilla del equipo	Generalmente, trazando y recortando en forma de círculo.

Afileres o tachuelas coloreadas	Colores diferentes para cada trabajo, elementos adecuados para ser usados sobre tableros de material blando.
Escritos según necesidades	Este procedimiento produce confusión.
Grapas	Ocupan poca lugar, casi invisibles, presionan un tablero de dureza intermedia.
Cola	Demasiado permanente para muchos usos.
Cinta adhesiva	Razga el papel, excelente para tableros de plástico.
Magnetismo	Muy costosas, req. de tablero metálico, pero las plantillas se mueven fácilmente, por accidente, sólo para uso temporal.

Modos más comunes de reproducir copias:

Suutar las plantillas, retirarlas y trazar la distribución	Pérdida de tiempo, inutilización del plano base
Trazo de nuevos planos a escala	Pérdida de tiempo, el uso de papel cuadrícula aliviará el inconveniente.
Proceso fotográfico	Es el más rápido cuando se dispone de un equipo completo y el tablero de distribución es portátil. Reproduce copias de cualquier tamaño.

Materiales comunes para tableros
(sostienen, generalmente, un plano del área de emplazamiento o una hoja milimétrica).

Tablero blando de contrachapado	Permite el uso de gran variedad de elementos de sujeción. Firme, fácil de obtener, difícil de sujetar las planillas por medio de alfileres o tachuelas.
Tablero duro de madera o fibra	Es difícil sujetar en él las planillas por medio de alfileres o tachuelas.
Cartón rígido	Necesario en caso de usar planillas magnéticas. Delgada fuerte.
Plástico o cristal	Excelente cuando contiene una cuadrícula y se dispone de un sistema de sujeción por adherencia. Los pises pueden ser coloreados y vistos a través del material transparente.

Elementos de sujeción más comunes.

Alfileres	Fáciles de coger, de clavar y de extraer.
Tachuelas	Difíciles de coger, adecuadas para tableros de distribución permanente.
Tachuelas tipo alfilerera	Igual que otras tachuelas, también existen coloreadas.

Distribución en Planta.

Impresión	Requiere habilidad para colocar el papel sensibilizado, ya sea debajo, ya sea
------------------------	---

plano contra las plantillas, plantillas transparentes y hoja de base, se precisa que todos los detalles estén incluidos en la hoja de base.

Lineas comunes para la circulación o movimientos de los hombres.

- Marcadas en la hoja de base o plano Demasiado permanentes, difíciles de borrar.
- Plantillas en forma de ficha Se sujetan fácilmente, deberán ser colores distintivos.
- Hilos coloreados Se pueden sujetar alrededor de los alfileres, se cambian con facilidad.
- Cintas coloreadas Para superficies lisas y duras.

ANEXO # 4

Plantillas de Distribución



Plantilla de
Área de Trabajo



Plantilla de
Máquina



Plantilla de
Unidad de Superficie



Plantilla
Dimensional



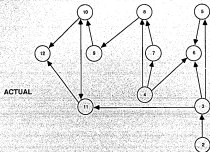
Plantilla
en Forma de Cinta



Plantilla de Máquina
y Área de Trabajo

ANEXO # 5

Diagrama de Relaciones en Base al Recorrido



ANEXO # 6

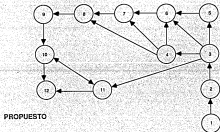
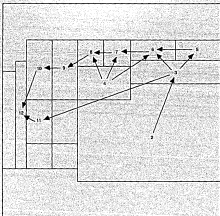
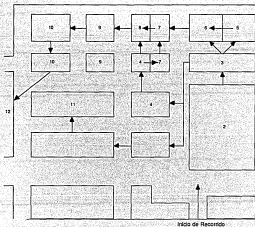


Diagrama de Relación de Espacios



ANEXO # 8

Diagrama de Recorrido Propuesto por Departamento



Tipos de Patrones de Flujo

- El flujo de recta (I):

Es la forma más simple de flujo, los materiales entran por un extremo y las piezas salen por el otro.



- El flujo en forma de (L):

Con este flujo se ahorra espacio y resulta adecuada para las plantas en forma recta.



- El flujo en forma de (U):

En este flujo la entrada como la salida del proceso se encuentran en el mismo extremo, cuando el circuito ocupa todo, el flujo resulta más conveniente utilizando la forma (U), por permitir la entrada y salida del producto en un mismo extremo.



- El flujo en forma de (S):

Se adopta cuando el proceso de producción es tan largo que se procesa en un recorrido en forma de zig zag o manera que se ocupe todo el espacio de la planta.



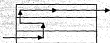
- El flujo en forma circular:

Es empleado cuando las operaciones se realizan sobre mesas rotatorias o un sistema rotatorio, las piezas pasan de una fase a otra.



ANEXO # 11

Flujo Vertical Caso: Una planta de 3 niveles



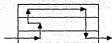
Caso # 1



Caso # 2



Caso # 3



Caso # 4



Caso # 5



Caso # 6

ANEXO # 16

RESUMEN		
Operaciones	7	
Transporte	8	
Almacenaje por turnos	8	
Deposito permanente	1	
Inspección	1	
Distancia vertical	-	
Distancia horizontal	42	
Tempo	1.01	

GRÁFICA DEL SISTEMA (ORIGINAL)
 División de Ingeniería Industrial
 Operación:
 Demarcación de áreas de trabajo.

Producto:
 Empaque para el consumidor.

Sección:
 Montaje.

Acto: X Propuesta.

Gráfica # 1 Hoja # 1 de 1
Diagramador:
Fecha:
Comprobó:
Aprobó:

Nº	Dist. Pies	T. Hrs.	Op.	Trans.	Alm. Tem.	Ins.	Descripción
1	2	0.12	①	◇	▽	□	Recoger pagamentos, disponer en caja de aceros.
2	2		○	◇	▽	□	Almacenaje anterior a la operación siguiente. Juntar pagamentos sujetadores y engaste de gabinete roscado en receptáculo anterior con pinzas especiales, disponer con caja de aceros.
3	2	0.14	②	◇	▽	□	Almacenaje que procede a la siguiente operación.
4			○	◇	▽	□	Se sujeta el receptáculo al cuerpo con tornillo.
5	4	0.15	③	◇	▽	□	Almacenaje que procede a la operación siguiente.
6	4		○	◇	▽	□	Se introducen tornillos de sujeción, se pone anuncio y se coloca cubierta ext. del receptáculo en puesto de trabajo. 1 o 2 cajas.
7	4	0.27	④	◇	▽	□	Almacenaje que procede a la siguiente operación de aceros.
8	4		○	◇	▽	□	Sellar la cubierta dinta para rasgar. Pasar a caja de aceros.
9	3	0.10	⑤	◇	▽	□	Almacenaje que procede a la siguiente operación.
10	3		○	◇	▽	□	
11	2	0.09	⑥	◇	▽	□	
12	2		○	◇	▽	□	Almacenaje que procede a la siguiente operación.
13	2	0.07	○	◇	▽	□	Inspección del receptáculo. Pasar a caja de aceros.
14			○	◇	▽	□	Almacenar para operación siguiente.
15	2	0.07	⑦	◇	▽	□	Colocación de etiqueta en el receptáculo. Pasar en caja de aceros.
16	4		○	◇	▽	□	Agrupar empaques.
17			○	◇	▽	□	Almacenaje que procede a la lista de bujos.

ANEXO # 14

Hoja 1 de 2		DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO				Fecha: 9-21-89	
OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>Cajeta de resadera (para)</u>						Diagrama No.: <u>1</u>	
DIAGRAMA DEL METODO: <u>Accia</u>		EL DIAGRAMA COMIENZA EN: <u>Almacén de barras en existencia</u>					
DEST. EN PIES	UNID. DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO	DEST. EN PIES	UNID. DE TIEMPO	SIMBOLOS	DESCRIPCION DEL PROCESO
		1	Permanece en alm. hasta reb. req.	100		4	A los tanques de ácido por el operario
20	.02	1	Al rec. requisición se cargan barras en carro		.02	3	Baño de ácido
600	3.00	1	Varilla a la tierra anamética60	6	Esperar al operador de la prensa
15	.03	2	Recor barras de 60-115 a 814 en tanques de ácido	100		5	A la prensa Blinn por el operario
	120	1	Esperar a que comience la operación		.75	8	Hacer 6 agujeros por el operario
	.77	3	Amarrar con alambre anamético		12	7	Esp. al operario de la taladradora
	30	2	Esperar al encargado de llevar mat.	30		6	A la taladradora por el operario
70	.30	2	Material a la prensa		.34	7	Escartado en taladradora
	15	3	Esperar la operación de forja		3	8	Esp. al operario de la taladradora
	.304	1	Forjado e Inspección	20		7	A la taladradora
	10	4	Esperar al operador de la prensa		.30	8	Hacer tres agujeros en "ASA" en taladradora.
30		3	A la prensa por el operario		2	9	Esp. al operario del torno revolver
	.41	4	A la prensa Blinn por el operario	60		8	A la sección de torno
	30	3	Esperar al operario de baño de ácido		.60	9	Tornear cara y vértigo

ANEXO # 15

Página 2 de 2		DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO				Fecha: 2-21-89	
OBJETO DEL DIAGRAMA: <u>Cabeza de revólvera (cava)</u>				Diagrama No.: <u>1</u>			
DIAGRAMA DEL METODO: <u>Actual</u>				El Diagrama termina en: <u>botón del departamento de ensamble</u>			
TIEMPO EN PIES	UNID. DE TIEMPO	SÍMBO LOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	DEST. ES	UNID. DE	SÍMBO LOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
	6	10	Exp. al operario del tarro revolver				
30		9	al operador del tarro revolver cargado				
	.640	10	Formar diám. exterior y refrigerado.				
	7	11	Esperar al operador de la prensa				
60		10	A la prensa Misa por el operador				
	.097	11	Estampar identificación en prensa				
	8	12	Exp. al operario de la siguiente prensa				
	.30	12	Hacer seis agujeros al tombo en prensa				
	60	13	Esperar al encargado de llevar el mat.				
130	12	11	A la insp. por el encargado de mov. mat.				
	20	14	Exp. al inspector				
	5	1	inspección completa				
25		12	A botón por el inspector				
		3	Almacenar hasta reposición				
EVENTO		NÚMERO		TIEMPO		DISTANCIA	
Operaciones		13		3.375 min			
Inspecciones		1		5.00 min			
Actividades Combinadas		1		0.234 min			
Transportes		13		Indeterminado		1580 pies.	
Almacenamientos y Demoras		16		383.00 min			

ANEXO # 16-2

RESUMEN		
Operaciones	8	
Transportes	0	
Deposito Temp.	4	
Deposito permanente	1	
Inspección	1	
Distancia vertical	-	
Distancia horizontal	24	
Tiempo	0.62	

GRÁFICA DEL MÉTODO
 División de Ingeniería Industrial
 Operación:
 Desmontaje de armado empaque.

Prefijado:
 Empaque para el conector.

Borrón:
 Montaje.

Hoja # 1 Hoja # 1 de 1
Diagramador:
Fecha:
Comprobó:
Aprobó:























Actuar Presupuesto 2.

Nº	Dist. Pies	T. Hrs.	Cp.	trans.	Aim. Tem.	Ins.	Descripción
1	1	0.12	①	◇	▽	□	Recoger pegamento, disponer para sujetador especial.
2	2	0.11	②	◇	▽	□	Junta pegamento. Sujetadores y soporte de refusa para chaveta e insertar en receptáculo mediante piezas especiales.
3	2		○	◇	▽	□	Almacenaje que precede a la siguiente operación.
4	2	0.13	③	◇	▽	□	Ins. tornillos de sujeción, pegar anillo y col. cubierta ext. en el receptáculo. Pasar a c. de a.
5	2		○	◇	▽	□	Almacenaje que precede a la siguiente operación.
6	7	0.13	④	◇	▽	□	Sellar a la cubierta cinta para rasgar y ranurar receptáculo. Pasar a caja de acople.
7	2		○	◇	▽	□	Almacenaje que precede a la siguiente operación.
8	2	0.11	⑤	◇	▽	□	Inspección y colocación de etiqueta en el receptáculo. Pasar a caja de acople.
9	4		○	◇	▽	□	Acumulación de empaques.
10			○	◇	▽	□	Almacenaje anterior a la formación de builes.

ANEXO # 17

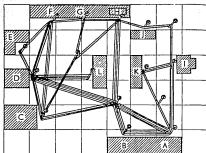
DIAGRAMA DE PROCESO DE FLUJO

Concepto de Diagramado PANTALONES Diagrama Nº _____
 Plano Nº X - 21 Parte Nº _____ Diagrama de Método ACTUAL
 El Diagrama Comienza EN EL TALLER DE COSTA A MANABOS Diagramado por _____
 El Diagrama Termina AFERICION DE TALLERES Fecha _____ Hoja 1 / 1

ORD. EN MTL.	TIEMPO EN MIN.	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL PROCESO	ORD. EN MTL.	TIEMPO EN MIN.	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL PROCESO
			Stock de traxero part. en Depo. Costa.	1			Transportar traxero a la planta.
14			Los traxeros son transport. al Depto. de Pantalón.				Deposa traxeros para planchar vivos.
			Los traxeros esperan para ser yabostados.		0.27		Planchar vivos en plancha de mano.
	0.83		Se selecciona el par de traxero del pantalón.	2			Traxer traxero a la máq. de cortar, proporcionar bolita.
4			Transportar a la máq. de armado de planchas.				Espera traxero para cortar y depositar bolita traxero.
			Espera traxero para cortar paqueta.		0.99		Se arma y se deposita la bolita traxero.
	0.57		Corta los plquetes de los traxeros en GEL.	3			Transporta los traxero a la mesa.
5			Se traxer traxeros a la máq. de pegar vivos.				Inspeccionar traxeros.
			Espera traxero para que se hagan vivos.				Alineamos los traxeros.
	0.48		Hacer vivos bolita traxero derecha.				
6			Transporta traxeros a máq. de hacer abastos.				
			Espera traxero para hacerlos abastados.				
	0.79		Hacer abastados en la bolita traxero.				

ANEXO # 18

Diagrama de Hilos



ANEXO # 19

Diagrama de Movimientos

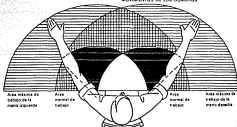
Diagrama 1

AREA NORMAL DE TRABAJO
MOVIMIENTOS DE LOS DÍGOS
DE LA MUÑECA Y DEL CODO



Diagrama 2

AREA MAXIMA DE TRABAJO
MOVIMIENTOS DE LOS HOMBROS



BIBLIOGRAFIA

Benjamín W. Niebel.

Estudios de Tiempos y Movimientos.

Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

4ª Edición.

CENAPRO

Distribución de Planta y Manejo de materiales. Ed. 1978.

Fanklin G. Moore.

Administración de la Producción.

Editorial Diana, México, 1980.

G. Velázquez Mastretta.

Administración de los Sistemas de Producción.

Editorial Limusa, 1984.

James H. Greene.

Escuela de Ing. Ind. de la Universidad de Purdue.

Editorial Diana, 1985.

Mulher Richard.

Planeamiento Sistemático General.

Editorial Hispano Europea, 1986.

Oficina Internacional del Trabajo.

Introducción al estudio del Trabajo.

Editorial Limusa, 1985.

R.M. Cunha.

Análisis y Medición del Trabajo.

Editorial Diana, 1986.