

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE QUIMICA**

**LA DISTRIBUCION DE EQUIPO EN LAS  
PLANTAS QUIMICAS DE PROCESO.**

**MONOGRAFIA:**

Que presenta:

**GUILEBALDO GUTIERREZ M.**

para obtener el Titulo de

**INGENIERO QUIMICO**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE QUIMICA**

**LA DISTRIBUCION DE EQUIPO EN LAS  
PLANTAS QUIMICAS DE PROCESO.**

**MONOGRAFIA:**

Que presenta:

**GUILEBALDO GUTIERREZ M.**

para obtener el Titulo de  
**INGENIERO QUIMICO**

-1969-

Con respeto y gratitud

a mis padres

A mis hermanos

A mis compañeros y amigos

Con sincero afecto al  
Ing. Carlos Doorman M.  
por su valiosa ayuda.

SINCERA Y APROPECIOSAMENTE A TODOS LOS QUE  
A TRAVES DE LAS ETAPAS DE MI VIDA ME HAN  
BRINDADO AMISTAD, ESPERANZA Y CONSUELTOS.

PRESIDENTE Prof. Enrique Rangel T.  
VOCAL Prof. Eduardo Rojo y de Regil  
JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SECRETARIO Prof. Carlos Doorman K.  
SEGUN EL TEMA. 1er. SUPLENTE Prof. Abel J. Navarro  
2do. SUPLENTE Prof. Edmundo Pérez P.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: Biblioteca de la Facultad de  
Química (Ciudad Universitaria). Biblioteca del Centro Nacional de  
Productividad (Manuel M. Contreras # 133) y Biblioteca Benjamin -  
Franklin (Berlín y Londres Col. Juárez).

NOMBRE DEL SUSTENTANTE: Guilebaldo Gutiérrez Moreno.

NOMBRE DEL ASESOR DEL TEMA: Ing. Carlos Doorman Montero.

NOMBRE DEL SUPERVISOR TÉCNICO : \_\_\_\_\_  
(si lo hay)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE QUIMICA.

LA DISTRIBUCION DE EQUIPO EN LAS PLANTAS QUIMICAS DE PROCESO.

GUILIBALDO GUTIERREZ MORENO.

INGENIERO QUIMICO.

1969.



---

## INDICE

	Pag.
INTRODUCCION .....	1
CAPITULO I .....	3
Generalidades.	
CAPITULO II .....	7
Factores que influyen en la distribución de planta.	
CAPITULO III .....	23
Como se elabora el plan de distribución.	
CAPITULO IV .....	79
Métodos de representar una distribución.	
CONCLUSIONES .....	83
BIBLIOGRAFIA .....	85

---

## INTRODUCCION

La integración de las áreas de actividad que constituyen una planta, y las interrelaciones del equipo, los materiales y el hombre de modo efectivo, es una consecuencia lógica a donde desemboca cualquier proyecto industrial que desea mostrar una planta -- práctica, económica y segura al operar.

Una de las fases que siempre tienen que ejecutar los Ingenieros encargados de llevar a la realidad un proyecto industrial, es la preparación de un " Plan de Distribución de Planta " (Plant -- Layout ó Plot Plan), que indudablemente siempre estará unido a -- otros aspectos importantes como: el diseño del equipo y del producto, las posibilidades de espacio, la disponibilidad de recursos -- económicos y a las políticas de expansión y modificación de los -- procesos y/o productos, por parte de la empresa. Aunque el presente estudio expone la técnica llamada "Distribución de Planta", es indispensable el conocimiento de dichos elementos.

Ahora bien, como la distribución de planta es una técnica aplicable a cualquier clase de industria, ha sido necesario para -- propósitos de este trabajo, hacer un corte sectorial dentro de la industria en general y dentro de la industria química en particu-

lar, en este caso la industria química de proceso.

Los problemas que se presentan en una distribución son muy variados, según el tipo de industria, como el tipo de producto a fabricar. Por lo general, en la industria química de proceso el establecimiento inicial de una distribución puede funcionar perfectamente durante un largo periodo, siempre y cuando no se hagan modificaciones en el proceso, en el producto o en la producción, que afecten en mayor o menor grado el diseño del equipo, el reemplazo del mismo por otro, o la introducción de mas equipo para cubrir aumentos en la demanda.

Pero en la realidad, la constante investigación tecnológica, las fluctuaciones en el mercado, ya sea aumento o disminución en la demanda y las políticas de reinversión, hacen que existan modificaciones en las instalaciones de equipo, por lo que se hace necesario establecer una planeación en la distribución del equipo para cada problema en particular; en el capítulo I-3 se mencionan los problemas mas frecuentes que se presentan en el arreglo de la distribución.

---

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.- DEFINICION

La distribución de planta puede definirse, como la planeación e integración de los elementos componentes de un proyecto, - para obtener la interrelación más efectiva y económica entre: hombres, equipo y movimiento de materiales desde la recepción, pasando por el proceso de fabricación hasta la salida del producto terminado.

El termino "Distribución de Planta" puede aplicarse a una existente, a un plan de dos o tres dimensiones o al trabajo de diseñar la reunión más efectiva entre: el equipo de operación, el personal, el manejo de materiales, las facilidades de almacenamiento y las funciones de servicio.

#### 2.- OBJETIVOS QUE SE BUSCAN CON LA DISTRIBUCION

La distribución de planta debe planearse con objetivos definidos para obtener una distribución efectiva, en la cual los productos puedan elaborarse ventajosamente. Los principales serían:

- 1.- Facilitar el proceso de fabricación.
- 2.- Reducir el manejo de los materiales.

- 3.- Mantener la flexibilidad en la distribución y en la operación de la planta.
- 4.- Mantener baja la inversión en equipo.
- 5.- Hacer económico el uso del área de piso.
- 6.- Mantener una utilización efectiva de la mano de obra.
- 7.- Hacer segura y eficiente cualquier operación.

### 3.- SITUACIONES QUE SE PRESENTAN EN LA DISTRIBUCION

Ordinariamente cuando uno piensa en la distribución de equipo inmediatamente nos viene a la mente, el problema de planear una distribución completa para una planta nueva, comenzando desde el principio. Sin embargo se presentan otros casos con mas frecuencia como son, la redistribución de un proceso existente o alguna alteración de diferente tipo en cierto equipo, a continuación se mencionan los mas comunes.

a) Cambio en el diseño de equipo. Con frecuencia un cambio en el diseño de una parte de equipo trae como consecuencia modificaciones en el proceso. Este cambio puede requerir solamente alteraciones pequeñas en la distribución existente, o puede dar resultado a un programa extensivo de redistribución, dependiendo de la naturaleza del cambio.

b) Ampliación de un departamento. Si por una u otra razón, es necesario aumentar la producción de cierto producto, un cambio en la distribución puede ser indispensable. Este tipo de problema puede implicar solamente la adición de nuevo equipo, o puede requerir una distribución enteramente nueva si el aumento se

obtiene a través de un proceso diferente al usado anteriormente.

c) Reducción de un departamento. Este problema es aproximadamente el inverso del establecido arriba. Si las cuotas de producción fueran reducidas drásticamente y permanentemente, sería necesario considerar el uso de un proceso diferente del que se utilizó previamente para una alta producción. Tal cambio requerirá de cambio en el equipo actual, y la planeación para la instalación de otro clase de equipo.

d) Adición de un nueva producción. Si se añade un nuevo producto a la línea, y es similar a los productos que actualmente se hacen, el problema es del tipo de ampliación de un departamento, pero si el nuevo producto difiere considerablemente de aquellos que actualmente están en producción, se presenta un problema distinto.

e) Localización de un departamento. Al mover un departamento o sección de la planta, pueden o no presentarse problemas de distribución. Si la distribución actual es satisfactoria, es necesario solamente trasladarse a otra localización, sin embargo, si la distribución presente no ha sido satisfactoria, una oportunidad de este tipo puede utilizarse para la corrección de pasados errores, esto conduciría a una redistribución completa del area en cuestión.

f). Adición de un nuevo departamento. Este problema quizá provenga de un deseo por consolidar, digamos, los instrumentos instalados en el equipo individualmente y que se encuentran diseminados por toda la planta, en un departamento central, es decir, instalar un departamento donde se controle la planta por medio de una central, o tal vez de la necesidad de establecer una sección

donde se hagan trabajos nunca antes efectuados en la planta; tal sería el caso de que se decidiera hacer un producto que antes se compraba a una compañía externa.

g) Reemplazo de equipo obsoleto. Como esto puede requerir de movimientos de equipo adyacente del que se va a cambiar para obtener un espacio adicional en el cambio, es posible que se planteen problemas de distribución.

h) Reducción de costos. Este término vendría ser la causa o los resultados de los términos anteriores.

i) Planación de una planta nueva. Es este el problema mas grande en la distribución de planta; aqui el Ingeniero no se limita generalmente por la restricción de las instalaciones existentes, sino que es libre de planear la distribución mas efectiva que pueda obtener. Los edificios se diseñan para encerrar la distribución después de que ésta se ha terminado, aqui es donde se puede obtener una distribución ideal.

La planta se traza completamente para conseguir el arreglo - man eficiente y económico, entonces las paredes se construyen alrededor de la distribución, decidiendo también la estructura mas apropiada para la planta.

---

## CAPITULO II

### FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA

El trabajo de distribución de planta, como cualquier otro -- trabajo de ingeniería puede ser hecho fácilmente, y así puede parecer a cualquiera que no este familiarizado con él; algunos piensan que es fácil hacer una buena distribución, por otro lado estan los que han realizado trabajos de distribución pero que no -- tienen mucha experiencia en ello, para ellos el problema de distribuir una planta les parece sumamente complicado, pues hay tantos detalles que considerar conectados con la distribución que la tarea parece compleja. Realmente ningún punto de vista es correcto, la distribución de planta no es tan simple ni necesariamente tan compleja. Para desarrollar un plan de distribución es necesario considerar primordialmente dos aspectos muy importantes, que serían:

a) Un reconocimiento ordenado de los factores que influyen en la distribución, y de las "consideraciones" que pueden afectar -- el arreglo de estos factores; y b) Un conocimiento de los procedimientos y técnicas de como se haría una distribución para integrar cada factor (expuestos en el capítulo III).

En este capítulo se discutirán los 8 factores principales -- que pueden influir en la distribución. Bajo cada factor se examinan varias "características" y "consideraciones" que afectan la distri



bución. Examinando cada uno se puede estar seguro de que se ha cubierto cada punto para la distribución particular que piensa planearse. La experiencia ha mostrado que de esta forma no es fácil - pasar por alto cualquier "característica" que deba ser incluida, o cualquier "consideración" que pueda influir sobre la distribución, al mismo tiempo se puede decidir donde poner especial atención y - que efecto tendrá sobre el arreglo final.

Los factores que afectan cualquier distribución se descomponen en ocho grupos, a saber:

- 1.- El factor MATERIAL - Incluye, diseño, variedad, cantidad, - calidad y forma como se procesa.
- 2.- El factor EQUIPO - Incluye, el equipo y accesorios necesarios para el proceso y su secuencia.
- 3.- El factor HOMBRE - Incluye, supervisión y servicio, así como la mano de obra de labor directa.
- 4.- El factor MOVIMIENTO - Incluye, transporte inter- e intradepartamental, el manejo de materiales en varias operaciones, almacenamientos e inspecciones.
- 5.- El factor ALMACENAMIENTO - Incluye, almacenamientos permanentes y temporales.
- 6.- El factor SERVICIO - Incluye, mantenimiento, inspección, reparación y limpieza.
- 7.- El factor EDIFICIO - Incluye, características internas y externas del edificio o construcción.

B.- El factor CAMBIO - Incluye, versatilidad, flexibilidad y - expansión.

Cada uno de los ocho factores se descompone en un número de "características" y "consideraciones" que deberán examinarse antes de - consensar con el trabajo de distribución. No todas las "características" o "consideraciones" afectarán a una distribución, ni aun todas se aplicaran a un proceso industrial dado; pero revisando cada -- una de ellas bajo cada factor por lo menos sabremos que estan con- pletas, y que hemos tomado en cuenta cada elemento que puede in-- fluir sobre la distribución.

#### 1.- MATERIAL

El factor material es el mas importante en la distribución de una planta. Este incluye las siguientes "características",

- Materia prima.
- Material en proceso.
- Material que se agrega durante el proceso.
- Material o producto terminado.
- Material envasado o empacado.
- Rechazos o subproductos.
- Desperdicios y deshechos.
- Material para envasar o empacar.
- Material para mantenimiento.

Nuestro objetivo principal en la producción es tratar o pro- cesar el material de tal modo que cambiemos su forma o sus caracte- rísticas físicas y químicas, por lo que la distribución de las

instalaciones de producción van a depender necesariamente, del producto que queremos obtener y del material con que se está trabajando.

Las "consideraciones" que afectan el factor material son:

El diseño y especificaciones de la materia prima y producto terminado.

- Las características químicas y físicas del material.
- La cantidad y variedad de productos o materiales empleados.

## 2.- EQUIPO

El segundo en importancia al producto o material mismo, es -- el proceso o equipo de operación. La información respecto al equipo es fundamental (incluyendo accesorios o instrumentos), para una distribución propia de ese equipo.

Las "características" del factor equipo incluyen,

- Equipo de producción o de proceso.
- Maquinaria de operación.
- Controles o tableros de control.
- Equipo especial, de medición, etc.

La lista de "consideraciones" bajo el factor equipo incluye,

- Proceso o método de producción.
- Características del equipo, maquinaria o instrumentos, (modelo tipo, capacidad, dimensiones, cantidad, etc.)
- Requerimientos al equipo y al proceso (vapor, electricidad, aire, agua de enfriamiento, ventilación, etc.).

## 3.- HOMBRES

Como un elemento de producción el hombre es mas flexible que el material y el equipo; esto se puede mover alrededor y entre el equipo, dividir y separar parte de su trabajo en cualquier momento, comensar nuevas operaciones y, generalmente ajustarlo a cualquier distribución que tenga la secuencia y operaciones deseadas, por esta razón en muchas distribuciones el hombre continuará alrededor de las máquinas.

Las características de este factor incluyen,

- Operadores de labor directa.
- Supervisores y capataces.
- Personal de labor indirecta.
  - Técnicos e Ingenieros de proceso.
  - Inspectores de control de calidad.
  - Técnicos y analisis de laboratorio.
  - Hombres de mantenimiento.
  - Mecánicos del taller de reparaciones.
  - Personal de protección a la planta.
  - Asistentes del equipo auxiliar a la planta y Planta de energia.
  - Oficinistas en general.
  - Almacenistas y despachadores.
  - Aseadores, vigilantes y personal del comedor.
  - Ingenieros de "Staff".

Las "consideraciones" bajo este factor son:

- Condiciones de seguridad.
- Requerimientos de mano de obra.- Tipo y número de trabajadores, y Horas de operación.
- Otras consideraciones.

#### 4.- MOVIMIENTO

El movimiento de por lo menos uno de los tres elementos de la producción (material, hombres y equipo) es esencial. Usualmente es el material (materia prima, en proceso o producto terminado) el que se mueve. El movimiento del material es tan importante que muchas compañías tienen "Staff" de Ingenieros dedicados exclusivamente a planear métodos de manejo de materiales. Se ha encontrado que el manejo de los materiales es el responsable del 80 % de los cargos de labor indirecta, además del 90 % de los accidentes.

Para la mayoría de las plantas la forma como el material se mueve (se maneja o se transporta) tiene una mayor influencia sobre la distribución. La distribución y el manejo de materiales van de la mano, por así decirlo; por tanto no estudiaremos la distribución sin considerar el manejo de los materiales y cada estudio de transporte se relacionará directamente con la distribución. Aquí se hablará del movimiento no como un problema en si mismo, sino como un factor para alcanzar los objetivos de una buena distribución.

Un punto que generalmente se pasa por alto es que, el movimiento no es un fin en si mismo; el mero movimiento del material no cambia su forma o sus características, en este sentido no es productivo, por tanto el problema en este factor es determinar la manera mas conveniente de hacer el movimiento económico y efectivo.

Las "características" físicas del movimiento o manejo, incluyen el siguiente equipo:

compresores (C), reactores (R), y torres de destilación (D), las bombas, cambiadores de calor y otras instalaciones se omitieron por simplicidad. Los materiales de construcción, instalaciones y equipo son tales que, los servicios al tanque de almacenamiento no pueden intercambiarse; el reactor R-1 puede dimensionarse sobrado en la instalación inicial, pero las dimensiones del reactor R-2 son tales que su flexibilidad está limitada, por lo que deberá añadirse un reactor durante la expansión; debe instalarse una nueva torre de destilación D-4 para recircular un componente pesado que aumentará la eficiencia del proceso. El diagrama de flujo del proceso aparece en la figura 1(a).

La figura 1(b), muestra la distribución que se instaló con el mínimo costo inicial. Notese el arreglo compacto de la primera fase, con todo el equipo agrupado alrededor del cuarto de control, - cuando viene a ser necesaria la expansión, la localización inicialmente eficiente conduce a consecuencias indeseables:

- Los reactores paralelos R-2 y R-2A están separados por una torre de destilación.
- Los compresores C-1A y C-2A están distantes del cuarto de control y no pueden ser chequeados por los operadores de la unidad al mismo tiempo que C-1 y C-2.
- Las tuberías que conectan C-1A y C-2A con el reactor R-1 deben tener un diámetro mayor para mantener una caída de presión baja y deben ser más largas, esto acarrea un costo considerable.
- Los tanques 4-A y 5-A están separados de sus tanques compañeros 4 y 5, aumentando la probabilidad de error en el operador al bombear hacia y desde los tanques.

## 5.- ALMACENAMIENTO

El almacenamiento es toda actividad que concierne a la conservación ordenada de todos los materiales en la planta, antes de su uso, entre las operaciones de producción, y al finalizar su -- proceso como producto terminado o como subproducto.

Este factor incluye las siguientes "características":

- 1.- Depósitos de materia prima y en proceso.
- 2.- Almacenes de partes o productos que se agregan al proceso.
- 3.- Almacén de refacciones y suministros usados en la planta.
- 4.- Depósitos de deshechos o desperdicios.
- 5.- Depósitos de material para reprocesar.
- 6.- Depósitos para subproductos.
- 7.- Almacén de partes o equipo para proceso.
- 8.- Almacén de productos terminados.

Las "consideraciones" que pueden afectar sobre la distribución de este factor son:

- Localización de los almacenes.
- Área o espacios para cada almacén o depósito.
- Métodos de almacenamiento.
- Equipo y protección del almacenamiento.

## 6.- SERVICIOS

El servicio tiene muchos significados en la industria, pero para propósitos de la distribución, diremos que son, las actividades, facilidades y personal que sirve a la producción. Los servicios mantienen y conservan en operación, a los hombres, los materiales y el equipo.

Las 'características' de los servicios incluyen:

- Servicios relacionados con los hombres.

Vías de acceso

Servicios a los empleados

Protección contra incendios

Calentamiento, aire acondicionado y ventilación

Oficinas.

- Servicios relacionados con el material.

Control de calidad

Control de producción

Control de desperdicios.

- Servicios relacionados con el equipo.

Mantenimiento

Distribución de líneas para servicio auxiliar.

Las facilidades a la producción son planeadas comúnmente con mucho más precisión que los otros servicios, a esto se debe que - en muchas industrias existen problemas en el mantenimiento y en - los servicios relacionados con los hombres, como consecuencia de pasar siempre por alto estos servicios al planear la distribución.

Voy hacer aquí una ampliación de una de las 'características' más importantes en este factor, esta es, la distribución de líneas de servicio auxiliares a la producción, pues es un aspecto que -- puede afectar materialmente la distribución, se podrían mencionar los siguientes renglones que son normalmente esenciales:



SERVICIOEQUIPO

AGUA .- Tuberias, drenajes, bombas, almacenaje o a--  
provisionamiento.

LUZ Y FUERZA.- Planta eléctrica (de emergencia o total), trans-  
formadores, subestación, ductos, baterías, etc.

VAPOR .- Calderas, tratamiento de agua, líneas de vapor,  
retorno de condensados.

AIRE COMPRIMIDO.- Compresores, bombas, equipo para vacío, líneas  
O VACIO. tanques, filtros.

GAS.- Caseta, medidores, tanques, líneas, filtros.

COMBUSTIBLE.- Tanques, bombas, filtros, líneas.

SISTEMAS DE DRENAJE PARA AGUAS NEGRAS.

SISTEMAS DE DRENAJE PARA AGUAS JABONOSAS.

SISTEMAS DE DRENAJE PARA DESPERDICIOS SÓLIDOS.

## 7.- CONSTRUCCION O EDIFICIO.

Algunas industrias pueden trabajar con frecuencia en cual-  
quier edificio construido normalmente con las instalaciones conve-  
nientes. Unas cuantas se arreglan sin edificio siquiera, mientras  
que otras requieren estructuras especiales proyectadas expresamen-  
te para alojar todas sus operaciones. Aunque el edificio es básica-  
mente la coraza que aloja al hombre, materiales, maquinaria, pro-  
ducto terminado y actividades auxiliares, puede ser una parte intg-  
ral de la distribución.

Algunas veces al utilizar un edificio ya construido, modifica y limita la distribución totalmente. Por esto es muy importante, que los Ingenieros encargados de la construcción y los de la distribución estén de acuerdo al planear y diseñar las estructuras mas convenientes a una distribución deseada.

Este factor incluye como "características":

- Construcción general o de propósitos especiales.
- Forma de la construcción.
- Setanos y marzinas.
- Ventanas, pisos y techos.
- Paredes y columnas.
- Construcciones externas como: estacionamientos, tanques de almacenamiento, torres de agua, pozos, casetas de bombas, areas de quemado.
- Elevadores, escaleras, rampas, plataformas, muelles, etc.

#### B.- CAMBIOS Y EXPANSION.

Aun cuando se hayan obtenido las mejores condiciones para una distribución, podemos estar seguros de una cosa, que éstas van a cambiar, y estas modificaciones afectarán la distribución de la planta (en mayor o menor grado).

El cambio en una parte básica de nuestro concepto total de mejoramiento y la frecuencia y rapidez con que se presentan vienen a ser mayores cada día. Por tanto además de planear una nueva distribución, debemos continuar criticando objetivamente las distribuciones que hemos planearado anteriormente.

Las siguientes reglas para prever modificaciones probables - puedan aplicarse a proyectos de distribución.

- Identificar y admitir la probabilidad del cambio.
- Definir los límites razonables de su efecto sobre la distribución.
- Diseñar la distribución con una flexibilidad para operar dentro de estos límites.

Primero identifiquemos que estos cambios son probables, y que ellos implican variaciones en los elementos básicos de producción - hombres, materiales, y equipo - y las actividades que los mantienen. Pero dado que los cambios se hacen a "las consideraciones físicas" enlistadas bajo uno o mas de los otros siete factores, no identifiquemos cambio en las "características".

Ciertas condiciones externas pueden ser cambiadas en tal --- forma que afectaran la distribución.

Las "Consideraciones" bajo el factor cambio incluyen:

Cambios en el material. - Diseño del producto, de los materiales, en la demanda y en la variedad.

Cambios en el equipo. - En el diseño, en el proceso o método.

Cambios en los hombres. - Horas de trabajo, organización, supervisión.

Cambios en las actividades auxiliares. - Manejo, almacenamiento, servicio, construcción.

Cambios externos y limitación en las instalaciones. - Para cada distribución que va a planearse, debemos revisar esta lista para cada cambio conocido o probable, entonces podremos definir o sentar los límites potenciales de cada cambio, que razonablemente afectará a nuestra distribución; finalmente planearemos ésta con el suficiente espacio para operar en el rango de los posibles cambios.

#### EXPANSION.

Debemos tener una idea general por lo menos del tamaño y la forma final de la planta al empezar con la distribución inicial, sin embargo no es necesario definir la expansión total exactamente. Por ejemplo, si un compresor centrífugo se va a reemplazar tarde a una batería de compresores, no es necesario conocer su tamaño exacto por que la máquina ocupará aproximadamente el mismo espacio que los otros compresores.

Suponiendo que la expansión ocurrirá durante un periodo razonable, la operabilidad y conveniencia de la planta a largo plazo es mas importante que los factores inmediatos. Cuando va instalarse equipo adicional durante la expansión, debe reservarse el espacio necesario para la localización del equipo convenientemente en la distribución original; si las instalaciones de servicio de una pieza de equipo va a cambiarse durante la expansión, entonces las instalaciones deben localizarse desde un principio en su posición final, esto eliminará futuros gastos de movimientos, presentaciones y la duplicidad de tuberías y conexiones.

Consideremos el ejemplo de una simple unidad de proceso como la mostrada en la figura 1. El proceso requiere de tanques (T), --

compresores (C), reactores (R), y torres de destilación (D), las bombas, cambiadores de calor y otras instalaciones se omitieron por simplicidad. Los materiales de construcción, instalaciones y equipo son tales que, los servicios al tanque de almacenamiento no pueden intercambiarse; el reactor R-1 puede dimensionarse sobrado en la instalación inicial, pero las dimensiones del reactor R-2 son tales que su flexibilidad está limitada, por lo que deberá añadirse un reactor durante la expansión; debe instalarse una nueva torre de destilación D-4 para recircular un componente pesado que aumentará la eficiencia del proceso. El diagrama de flujo del proceso aparece en la figura 1(a).

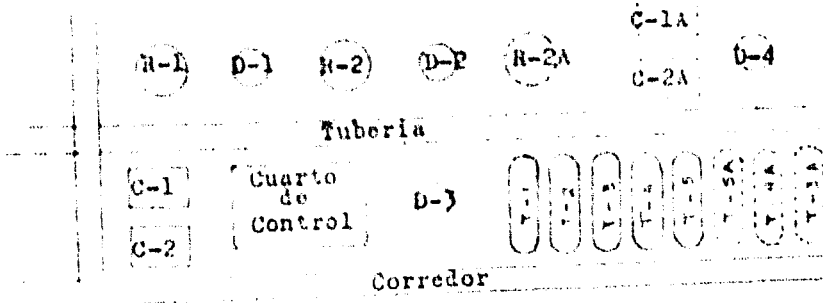
La figura 1(b), muestra la distribución que se instaló con el mínimo costo inicial. Nótese el arreglo compacto de la primera fase, con todo el equipo agrupado alrededor del cuarto de control, - cuando viene a ser necesaria la expansión, la localización inicialmente eficiente conduce a consecuencias indeseables:

- Los reactores paralelos R-2 y R-2A están separados por una torre de destilación.
- Los compresores C-1A y C-2A están distantes del cuarto de control y no pueden ser chequeados por los operadores de la unidad al mismo tiempo que C-1 y C-2.
- Las tuberías que conectan C-1A y C-2A con el reactor R-1 deben tener un diámetro mayor para mantener una caída de presión baja y deben ser más largas, esto acarrea un costo considerable.
- Los tanques 4-A y 5-A están separados de sus tanques compañeros 4 y 5, aumentando la probabilidad de error en el operador al bombear hacia y desde los tanques.

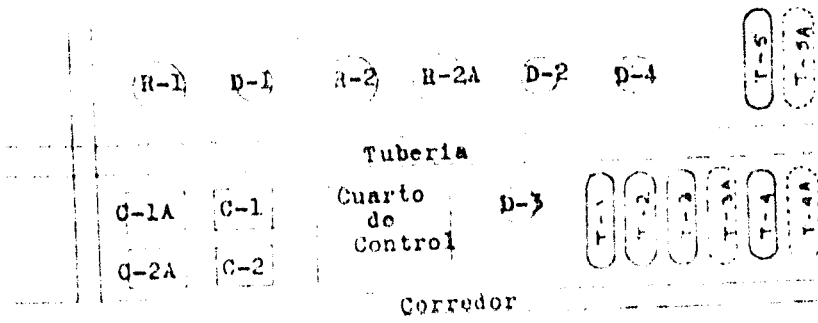


(a) PLANO DEL PROCESO.

--- Inicial --- Adicional.



(b) DISTRIBUCION DE BAJO COSTO INICIAL.



(c) DISTRIBUCION TENIENDO EN CUENTA LA EXPANSION.

- La torre de destilación D-4 esta retirada del cuarto de control y de sus torres compañeras D-2 y D-3, lo que resulta conectar líneas largas y una operación inconveniente.

En contraste con esto en la figura 1(c), están colocados todos los compresores en una area compacta, fácilmente orientada con líneas cortas a K-1, manteniendo el concepto del cuarto de control central, con la única y pequeña desventaja de un gasto mínimo adicional de inversión para instalar tuberías mas largas. También están colocadas los dos reactores R-3 y R-2A adyacentes para una fácil observación y control; la torre D-4 se localiza mas cerca del cuarto de control, y se colocaron los tanques paralelos al mismo servicio uno junto al otro.

Las ventajas en la operación a largo plazo de tal arreglo, -- generalmente sobrepasan cualquier ahorro inicial que podría obtenerse con una instalación tan compacta como la de la fig. 1(b).

En el diseño de una planta que necesariamente va a expanderse, debe evitarse el congestionamiento o amontonamiento de las instalaciones. Hay una tendencia natural a localizar las piezas de equipo en una unidad, y las unidades completas en una planta tan juntas -- como es posible, para reducir el costo de tubería, corredores, e instalaciones de servicio auxiliar.

Si la instalación inicial es compacta, la planta después de la expansión vendrá a estar congestionada; los trabajos de construcción durante la expansión serán difíciles de realizar y el mantenimiento impropio.

El costo adicional para proporcionar el espacio suficiente para la expansión no es tan grande como podría pensarse; sin contar el costo del terreno, las áreas principales afectadas son: tubería y soportes, pavimentos de concreto, excavaciones y preparación del terreno, caminos, sistemas de drenaje y distribución de energía. - Se estima que el aumento en la distancia lineal entre todas las partes de una planta nueva en 25 %, aumentaría solamente el 3 % del costo inicial, esta diferencia podrá ser recobrada ventajosamente por la facilidad en la expansión.

Una consideración mucho mas amplia al planear una planta que va a crecer, es diseñar el tamaño óptimo del equipo que será instalado inicialmente. El equipo grande es muy caro y no puede operar convenientemente a flujos inferiores para los que fue diseñado; por otra parte, el duplicar las instalaciones para hacer frente a un problema de expansión, es mas caro, cuesta mas operarlas, y ocupa mas espacio que la instalación de una planta simple con espacio suficiente en todas sus areas para absorber la expansión.



## CAPITULO III

### COMO SE ELABORA EL PLAN DE DISTRIBUCION

#### LOCALIZACION DE LA PLANTA.

"Antes que nada es necesario hacer hincapie en un aspecto importantísimo: el de la elección del terreno o sitio donde se erigirá la nueva planta.

Puesto que la distribución se ve afectada casi siempre por la situación del terreno en el aspecto de orientación. Los almacenes y depósitos de materia prima y producto terminado están condicionados por la posición y acceso de las carreteras, vías ferreas y muelles. Así también otras condiciones, como el clima, los agentes atmosféricos (estación lluviosa, vientos, inundaciones, etc.), los servicios públicos y la cercanía de materias primas y/o mercados son factores importantes al seleccionar el terreno.

Es mi intención señalar que debido a su estrecha relación con la distribución, no debe perderse de vista este aspecto al estar trabajando en un proyecto de distribución."

#### PROCEDIMIENTO GENERAL DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA.

Este capítulo presentará una vista del procedimiento de distribución de una planta entera, como medio de orientación e introducción a la discusión detallada de cada factor.

Cada planta entre sí difiere en muchas formas, pues dos plantas que elaboren el mismo producto no son exactamente iguales, por tanto no hay un plan ideal de distribución, no obstante, es posible describir algunas de las reglas más importantes que aseguran un arreglo satisfactorio.

El diseño de una planta se puede lograr mejor si el problema se ataca de una manera lógica y ordenada. El siguiente procedimiento de paso por paso sirve como una guía o esquema básico para asegurarse de que todos los aspectos del problema se han incluido.

Debo indicar que las conclusiones alcanzadas en cualquier paso del procedimiento están sujetas a revisión, cuando las condiciones están cambiando como consecuencia de los últimos ajustes, o - después de consideraciones detalladas en las subsecuentes etapas de planeación.

Con esta breve nota como precaución, el diseño de una distribución podría proceder de la siguiente forma :

- 1.- RECOLECCION Y ANALISIS DE LOS DATOS.
- 2.- CONSIDERACION PRELIMINAR DEL FLUJO DE LOS MATERIALES.
- 3.- DETERMINAR UNA DISTRIBUCION PRELIMINAR.
- 4.- FACTORES QUE AFECTAN EL FLUJO DE LOS MATERIALES.
- 5.- PLANEACION DE LAS AREAS DE ALMACENAMIENTO.
- 6.- PLANEACION DE LAS AREAS O UNIDADES DE PROCESO.
- 7.- PLANEACION DE LAS AREAS DE SERVICIO.
- 8.- COORDINACION DE LAS ACTIVIDADES DE PLANEACION.
- 9.- EL PLAN MAESTRO DE LA DISTRIBUCION.

Debo advertir que el procedimiento mostrado arriba puede ser entendido como una guía que se sigue en los problemas de distribución, pero de ninguna manera será necesario seguirlo en el orden - indicado, muchos cambios pueden surgir a medida que avanza el trabajo, por tal motivo el procedimiento no debe considerarse como un plan rígido.

En muchos tipos de distribución el proyecto tal vez no requerirá de toda la planeación sugerida aquí, en tales casos es necesario decidir entonces que trabajos deberán efectuarse para llevar a cabo el proyecto.

#### 1.- RECOLECCION Y ANALISIS DE LOS DATOS.

Toda la información relacionada o agrupada bajo los ocho factores mencionados en el capítulo anterior, es de vital importancia - para desarrollar el trabajo de distribución, es por esto que es aconsejable formar una lista lo mas ordenada y detallada posible, donde se incluyan todas las "características" y "consideraciones" que van a influir sobre la distribución, a fin de tener la información necesaria que se empleará en el procedimiento descrito, como parte inicial del plan de distribución.

Cada distribución tiene ciertas características que son mas importantes que otras, por tanto deben analizarse las condiciones que son esenciales para una distribución particular; por ejemplo, en una planta de productos farmacéuticos son, un ambiente higiénico y los cuidados sanitarios; en una planta donde se manejen solventes son, la seguridad y la protección contra el fuego, etc.

En las páginas siguientes se encontrarán las hojas donde se muestra como se deben enlistar las "condiciones" que afectan a la distribución, para hacer el análisis de cada detalle mas práctico.

Lista.- Cada una de las ocho láminas cubre uno de los ocho factores mencionados, todas están organizadas en la misma forma: "las características" y "las consideraciones" enlistadas del lado iz-

quierdo y del lado derecho hay un espacio para hacer las anotaciones convenientes.

En la parte superior derecha de cada lámina, esta marcada la palabra "IDENTIFICACION", esta debe ser usada para poner el nombre de cada material, equipo o servicio, etc., que va a ser empleado. Mas tarde cuando el plan de distribución se ha terminado, esta lista sirve nuevamente para chequear todas las instalaciones.

Cada problema de distribución es un problema nuevo, cada uno requiere de una combinación diferente de los ocho factores y de -- sus diferentes "consideraciones", así mismo cada una de éstas presenta un grado distinto de importancia. Por tanto debe analizarse cada cuestión que tenga influencia sobre la distribución y hacer -- el énfasis correspondiente de como la afecta, de este modo se reunirán los elementos necesarios para obtener un arreglo completo y satisfactorio.

Existe otra forma mas práctica para hacer este análisis, y -- consiste en subrayar cada "característica" y "consideración" importante en la lista, en vez de escribir notas que muchas veces son -- demasiado largas. Usando diferentes colores ayudará hacerlo mas fácil y rápidamente.

<u>REQUISITOS TÉCNICOS</u>	<u>IDENTIFICACION</u>
la Prima _____ el semiprocado _____ el que se agrega al proceso _____ el o producto terminado _____ el envasado o envase _____ el rechazado o subproductos _____ el de deshecho y desperdicios _____ el para envasar o empaquetar _____ ciones y suministros _____	
<u>CONSIDERACIONES DE LOS PRODUCTOS</u>	EFECTO SOBRE LA DISTRIBUCION Donde debe realizarse una inversión.
<u>ESPECIFICACIONES Y DIMENSIONES</u> a _____ ntracción _____ humedad _____ especificaciones _____	
<u>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS</u> a o estado _____ oncia y tamaño _____ o densidad _____ uleza o características especiales _____ ados o precauciones para proteger al cial contra _____	
A. Calor B. Frio C. Luz solar D. Polvo, grasa, etc.	E. Humedad F. Vibraciones o choques G. Atmósfera H. Humos y vapores.
<u>TIPO Y VARIEDAD DE PRODUCTOS Y MATERIALES</u> ndad de diferentes productos _____ idad requerida o producida _____ po estimado para producir cada producto _____ ación o estabilidad de consumo por día, na, mes o año _____ ósticos del mercado para el producto u otros uetos en desarrollo _____	

<u>USO Y EMPLEADO</u>	<u>IDENTIFICACION</u>
la producción o lo proceso de operaciones de tableros de control especial, de medición, etc.	EFECTO SOBRE LA DISTRIBUCION Donde debe realizarse una inves- tiguación.
<u>CONDICIONES</u> y fatales operadas desarrolladas en procesos, métodos o equipo	
<u>REQUERIMIENTOS Y EQUIPO</u> específico de producción. Tipo _____ Modelo _____ Tamaño _____ Capacidad _____ Peso _____ requerido de sala tipo _____ Ancho _____ Longitud _____ Altura _____ Extensiones o partes salientes _____	
<u>REQUISITOS A LA MAQUINARIA Y EL EQUIPO</u> o Douthorn _____ cidad _____ o enfriamiento _____ su _____ aderos o escapes _____ es y cimentaciones _____ sión o segregación _____ o de acceso o claros _____ los de operación _____ e servicio o mantenimiento _____	

<u>PERSONS EMPLOYED</u>	<u>IDENTIFICACION</u>
Operadores de labor directa _____ Supervisores o jefes de línea _____ Personal de labor indirecta _____ Ingenieros de proceso _____ Inspectores de control de calidad _____ Tecnicos y analistas de laboratorio _____ Empleados de mantenimiento _____ Mecánicos del taller de reparaciones _____ Personal de protección a la planta _____ Personal de la planta de energía _____ Personal de oficina en general _____ Embarcadores y despachadores _____ Señaladores, vigilantes y personal del control _____ Ingenieros de "Staff" _____	
<u>CONSIDERACIONES QUE PUEDEN AFECTAR</u>	<u>EFECTO SOBRE LA DISTRIBUCION</u> Donde se debe realizar una investigación.
<u>CONDICIONES DE SEGURIDAD</u> Obstrucciones en pasillos _____ Pisos resbalosos _____ Trabajadores localizados cerca de material o procesos peligrosos _____ Salidas mal localizadas o insuficientes _____ Localización de extinguidores y la enfermería _____ Material o equipo que obstruye pasillos o áreas de trabajo _____ Reglamentos y códigos de seguridad _____	
<u>REQUISITOS DE MANO DE OBRA</u> Tipo de trabajadores para cada operación _____ Número de turnos u horas de trabajo _____ Número de trabajadores por turno _____ Número de turnos para las actividades de servicio _____ Número de trabajadores para servicios _____	
<u>OTRAS CONSIDERACIONES</u> Métodos de pago _____ Sexo _____ Seguro social _____ Actitud del obrero ante la distribución _____ Condiciones especiales por el tipo de trabajo _____	

<u>TITULO DEL EQUIPO O MAQUINA</u>	<u>IDENTIFICACION</u>
bas y tubería _____ transportadores y conveyors en gral. _____ as, volantes y monitores _____ vidores, ventiscargas, malacates, etc. _____ lino posicionador en gral. _____ teules industriales en gral. _____ onetas, máquinas y vehículos de vía _____	
<u>RECIPIENTES PARA MOVIMIENTO</u>	
ipientes planos: cajas, charcos, etc. _____ olientes: ciles de acilarse; cajas, tambores, _____ s, barriles, etc. _____ ortos: "pallets", patines, plataformas, curvas, _____ antes, carretillas, etc. _____ tidores, arrastrones, cilindros. _____	
<u>CONSIDERACIONES QUE PUEDEN AFECTAR:</u>	<u>EFECTO SOBRE LA DISTRIBUCION</u> Donde se debe realizar una inves- tiguación.
<u>TIPO DE FLUJO</u>	
o de todos los materiales a través de la _____ ca _____ o en cada unidad de proceso _____ o de una zona a otra _____	
<u>TIPO DE MOVIMIENTO INTERIANO</u>	
ear una operación donde comienza la otra _____ ar y descargar los materiales en los _____ orteadores _____ la ventaja de la gravedad _____ izar los accesorios más simples de manejo de _____ riales _____	
<u>TIPO DE LOS METODOS DE MANEJO</u>	
o y capacidad del equipo de manejo _____ o de cada equipo requerido _____	
<u>TIPO DE MATERIAL</u>	
los _____ alentos por encima del equipo _____ i de las estructuras _____	



<u>ALMACENES Y DEPOSITOS EMPLEADOS</u>	<u>IDENTIFICACION</u>
acón o depósito de materias primas y en caso	
acón de partes o productos que se agregan proceso	
acón de refacciones y suministros	
bits de deshechos o desperdicios	
bits de material para reprocesar	
bits de subproductos	
acón de partes de equipo	
acón de producto terminado	
<u>CONSIDERACIONES QUE PUEDEN AFECTAR</u>	<u>EFFECTO SOBRE LA DISTRIBUCION</u> Donde debe realizarse una investigación.
<u>IZACION DE LOS ALMACENES O DEPOSITOS</u>	
ra protección	
ra balancear operaciones	
relación con el patrón de flujo	
lativo a otras consideraciones	
<u>IO PARA CADA ALMACEN</u>	
ntidad basada en periodo de protección	
ntidad basada en tiempo de producción	
mitaciones de altura	
mitaciones de carga en los pisos	
pacio para acceso	
pacio total	
<u>DOS DE ALMACENAMIENTO</u>	
o del espacio cúbico	
macoamiento al aire libre	
calización del equipo de medición para el terial	
asificación y almacenamiento ordenado de s materiales	
<u>CCION AL MATERIAL ALMACENADO</u>	
el fuego	
o la humedad	
el polvo	
o la contaminación	
el calor o el frio	

SERVICIOS	IDENTIFICACION
<u>SERVICIOS RELACIONADOS CON LOS HOMBRES</u>	
. Areas de acceso para el personal _____	
. Dentro y fuera de la planta _____	
. Servicios a los empleados _____	
. Protección a la planta - Alarmas, detectores, _____	
. Escaleras, extinguidores, salidas, etc. _____	
. Ventilación - General o localizada _____	
. Ventilación y aire acondicionado - (Unidades) de _____	
. acondicionamiento, ventiladores, extractores, _____	
. bombas, indicadores, etc. _____	
. Oficinas, cuartos de control, etc. _____	
<u>SERVICIOS RELACIONADOS CON EL MATERIAL</u>	
. Inspección y control _____	
. Puntos de control o inspección. _____	
. Oficina de control de calidad. _____	
. Laboratorios de control. _____	
. Control de producción _____	
. Puntos de medición para contar, pesar, _____	
. medir o pesar. _____	
. Servicios para colocación y control _____	
. Control de desperdicios _____	
. Area para equipo de reacondicionamiento o _____	
. reaprovechamiento de desperdicios. _____	
. Area para incinerador. _____	
<u>SERVICIOS RELACIONADOS CON EL EQUIPO</u>	
. Mantenimiento al equipo _____	
. Acceso a todo el equipo, para mantenimiento, _____	
. limpieza y reemplazo. _____	
. Taller de mantenimiento. _____	
. Herramientas de acondicionamiento y _____	
. limpieza _____	
. Distribución de líneas de servicio auxiliar _____	
1. Agua	6. Gas
2. Luz y fuerza	7. Combustible
3. Vapor	8. Drenaje
4. Aire comprimido	9. Sistema de drenaje
5. Vacío	químico y aceitoso.
CONSIDERACIONES QUE PUEDEN AFECTAR	EFECTO SOBRE LA DISTRIBUCION
	Donde se debe realizar una in-
	vestigación.
Métodos y procedimientos de control _____	
Métodos y procedimientos de mantenimiento _____	
Cantidades ordenadas y tamaño de los lotes _____	

<u>REQUISITOS PARA EL PLAN</u>	<u>IDENTIFICACION</u>
-A. Construcción general de anexos especiales	
-B. Forma de la cubierta	
-C. Estanos y peserías	
-D. Ventanas y puertas	
-E. Fijas y techos	
-F. Paredes y columnas	
-G. Elevadores, escaleras, rampas y plataformas	

<u>REQUISITOS PARA EL PLAN</u>	<u>IDENTIFICACION</u>
-A. Líneas de Ferrocarril	
-B. Carreteras y carreteras	
-C. Líneas y ríos	
-D. Puertes	
-E. Construcciones en áreas cercas: estacionamiento, canchales, áreas de juego, casetas de control, áreas de quema	

<u>CONSIDERACIONES QUE PUEDEN AFECTAR</u>	<u>EFEITO SOBRE LA DISTRIBUCION</u> Donde se debe realizar una investigación.
. Altura libre de techos	
. Resistencia del suelo	
. Resistencia de carga en las estructuras	
. Elevaciones del nivel del piso	
. Localización y tipo de puertas y ventanas	
. Localización y altura de los basillos	
. Localización, tamaño y capacidad de los elevadores	
. Localización de las líneas de servicio auxiliar	
. Ubicación y localización de columnas	
0. Paredes de carga	
1. Condiciones y drenaje del terreno	
2. Restricciones o obstáculos de construcción en la zona	
1. Vientos y condicionar atmosf. dominantes	
1. Topografía del terreno	
1. Localización y condiciones externas al sitio (S-A a S-E arriba).	

CONSIDERACIONES QUE PUEDEN AFECTAR	EFECTO SOBRE LA DISTRIBUCION Donde se debe realizar una investigación.
Cambios en el material Especificaciones de producto Materiales Demanda Capacidad (expansión o contracción) Fluctuaciones de cantidad Variedad de productos	
Cambios en el equipo Métodos o procesos Maquinaria Herramientas Equipo	
Cambios en los hombres Horas de trabajo Cambios de organización o supervisión Cambios de tipo o clase de trabajo	
Cambios en las actividades auxiliares Métodos y equipo de manejo Métodos y equipo de almacenamiento Cambios en los servicios Acoso del personal Servicios a empleados Protección a la planta Iluminación Ventilación y aire acondicionado Oficinas Control de calidad Control de producción Control de desechos Mantenimiento Distribución de líneas de servicio aux. Características del edificio o del terreno	
Cambios Cambios externos Dificultad o secuencia de pasos para obtener una nueva distribución	

## 2.- CONSIDERACION PRELIMINAR EN EL FLUJO DE MATERIALES.

El objetivo de un flujo eficiente es facilitar el paso ordenado de los materiales a través del proceso entero de fabricación. - Tal objetivo no podría alcanzarse si la planeación cuidadosa de un esquema de flujo; una manera de planear tal esquema es empleando - los diagramas de flujo del proceso. Así mismo existen ciertos principios que nos guiarán a obtener un flujo mejor y mas efectivo. Entre ellos los mas efectivos serían:

- 1.- Planear el movimiento de los materiales en un paso directo a través de la planta.
- 2.- Planear la entrada de los materiales que van a ser usados directamente a las areas de proceso.
- 3.- Reducir el manejo manual a un mínimo.
- 4.- Combinar proceso con transporte cuando sea posible.
- 5.- Usar la gravedad para mover los materiales.
- 6.- Minimizar los recorridos de los operadores de producción.
- 7.- Colocar las actividades relacionadas juntas.

Es evidente que muchos de los principios no pueden ser aplicados totalmente en el esquema de un flujo preliminar.

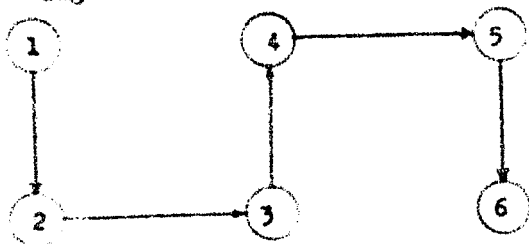
### PATRONES DE FLUJO GENERALES.

Dado que existen miles de esquemas de flujo desarrollados en plantas o industrias, es obvio que debe haber algunos esquemas generales de flujo que han sido adaptados y aplicados a muchas situaciones; tales patrones que pueden considerarse generales se muestran en la figura 2-1. Al hacer comentarios ayudarán a entender la razón de su aplicación.

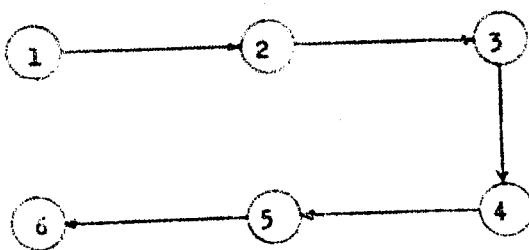
1. Línea Recta



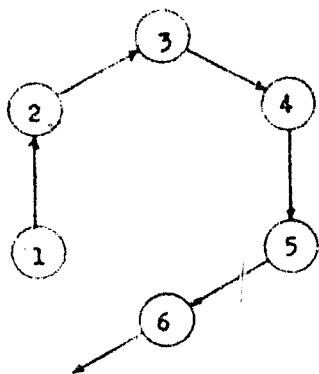
2. Zig - Zag



3. Forma de U



4. Circular



5. Angulo Irregular.

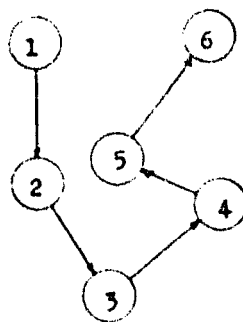


FIG. 2 - 1

- Fig. 2-1(1) - Línea recta - Aplicable donde el proceso de producción es corto, relativamente simple, y contiene pocos elementos o piezas de equipo.
- Fig. 2-1(2) - Serpentina o zig-zag - Aplicable donde la línea es mas grande que el espacio disponible. Por tanto la línea de flujo se quiebra para acomodarse sobre un determinado tamaño y forma del terreno.
- Fig. 2-1(3) - Forma de U - Aplicable donde se desea que el producto terminado al final del proceso, se encuentre en la misma posición que al principio, debido a facilidades de transporte exterior, uso de equipo común, recirculación de material, etc. También por la misma razón que la figura 2-1(2).
- Fig. 2-1(4) - Circular - Aplicable cuando se desea retornar un material o producto al lugar exacto donde se comenzó, o donde la recepción y embarque están en la misma posición, o para usar un equipo por segunda vez en una serie de operaciones.
- Fig. 2-1(5) - Angulos irregulares - Es muy común cuando el objetivo primordial es una línea corta de flujo entre un grupo de áreas relacionadas, donde el manejo de los materiales esta mecanizado y es continuo, cuando las limitaciones de espacio no permiten otro arreglo, o donde la posición de instalaciones ya existentes demandan tal esquema.

### 3.- DETERMINAR UNA DISTRIBUCION PRELIMINAR.

Una forma simple de empezar la planeación general es preparar plantillas o "templates" de cartón o mica recortados a escala por cada unidad de proceso, planta de energía, talleres, almacenes y oficinas. Estas plantillas pueden ser movidas sobre un diagrama o plano a escala del sitio destinado; este plano muy bien puede ser de papel plástico ("Kylar") del que se emplea comúnmente para trabajos de distribución (las distribuciones de las figuras 6-2A y 9-2 están hechas sobre este papel). Cada arreglo puede estudiarse además, preparando diagramas esquemáticos de bloques sobre los cuales cada área se muestra como un rectángulo, indicando las tuberías -- que se comunican y los pasillos entre las áreas. Estos diagramas de bloques son de ayuda al determinar el espacio requerido para la tubería entre las unidades, y son así de gran ayuda al desarrollar el plan maestro de distribución final de la planta.

El plan de distribución preliminar incluiría la siguiente información: tamaño total del terreno, posición relativa de las áreas de proceso ( las localizaciones finales no se establecen hasta después de que los diagramas de tubería y eléctricos están completos), los diagramas de flujo o de proceso, etc.

En la figura 3-1, se muestra un diagrama de bloques en donde se indican las áreas principales para producción y servicio, en una planta típica de proceso.



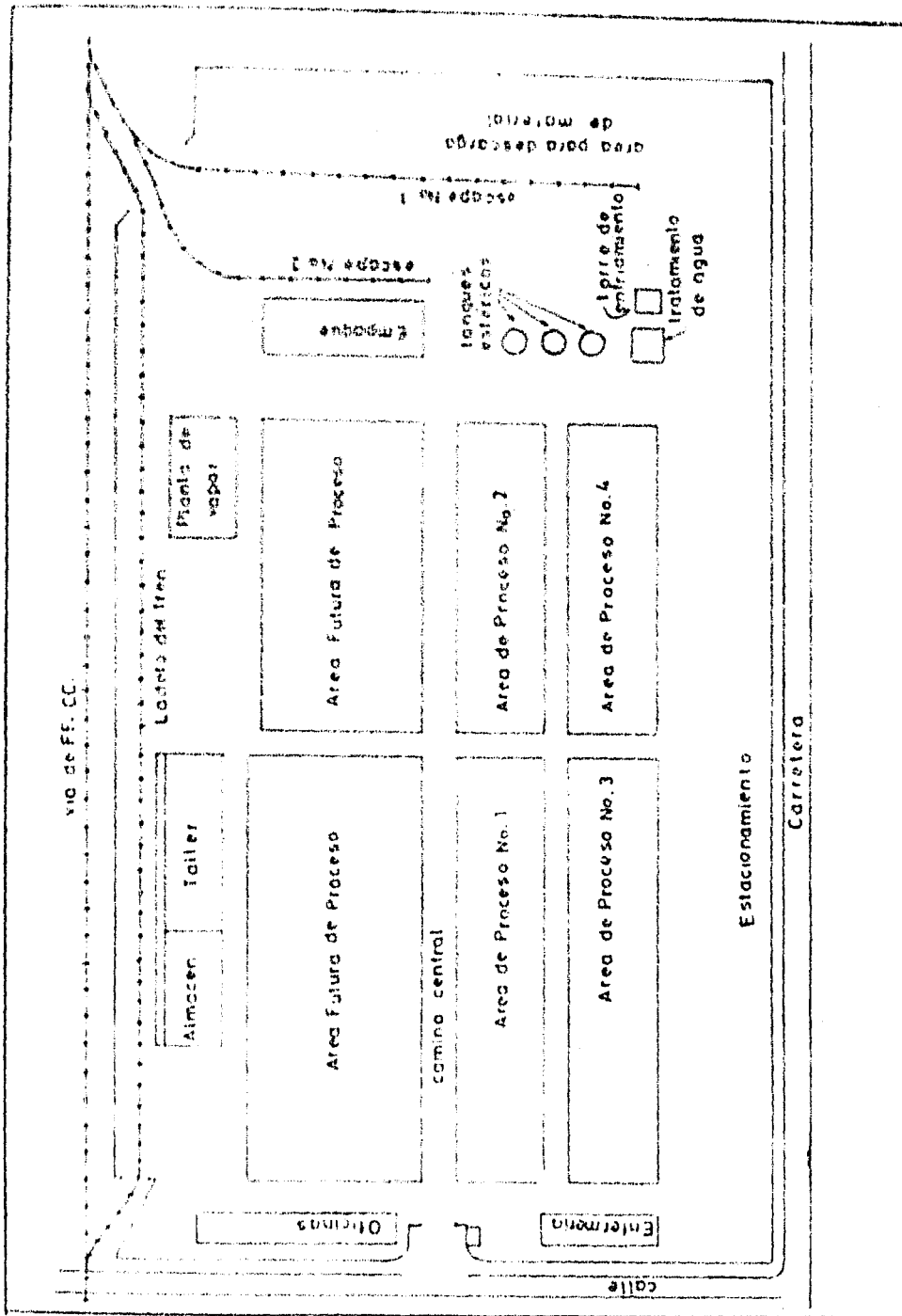


Fig. 3-1

#### 4.- FACTORES QUE AFECTAN EL FLUJO DE LOS MATERIALES.

Después de tener una idea preliminar del flujo de los materiales, es necesario considerar que hay muchos factores que tienen una relación importante con el flujo final de los materiales. Un flujo cuidadosamente planeado sigue ciertos principios y métodos generales en la integración de su movimiento con estos factores.

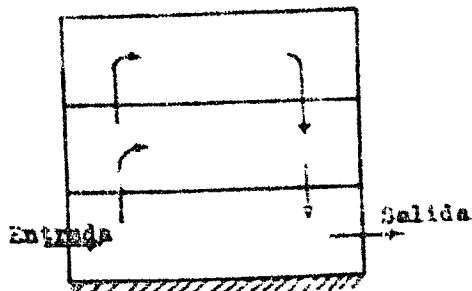
Antes de comenzar con el diseño del flujo, hay que considerar varios factores; algunos simplemente, o en combinación con otros - determinarán las características del esquema de flujo o su relación con otras fases del proyecto de distribución. No todos estos factores pueden ser considerados aquí totalmente, sin embargo trataremos cada uno brevemente de un modo general, y después se dará la discusión detallada de cada uno según se vayan presentando en posteriores fases del proyecto. Estos son:

- a). Niveles de actividad.
- b). Movimiento de personal.
- c). Diagramas de flujo o secuencia de operaciones.
- d). Número o cantidad de equipo.
- e). Flujo requerido entre áreas de proceso.
- f). Localización de las áreas de recepción y embarque.
- g). Localización de los almacenamientos.
- h). Áreas para pasillos.
- i). Localización de las áreas de servicio y oficinas.
- j). Flexibilidad y expansión.

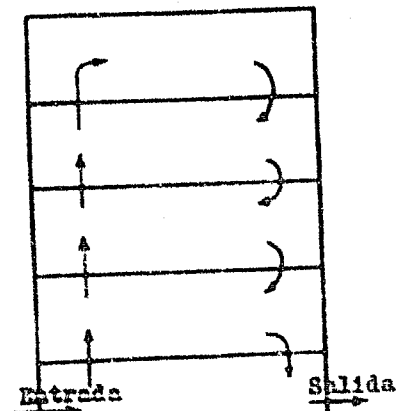
a). Mixtura de actividad. - Se dan muchos casos en que la distribución requiere de varios niveles, hay otros que en un simple nivel se arreglan satisfactoriamente, todo depende del tipo de proceso, de las dimensiones del equipo y de las necesidades de servicio requeridas, se acostumbra a usar varios niveles cuando el movimiento de los materiales se hace por gravedad y/o por bombas. Hay que asegurarse de que los ductos y las tuberías de servicio se encuentren en el nivel correcto para usar más efectivamente el espacio; no debe olvidarse que una fábrica tiene un espacio cúbico que debe aprovecharse. En la figura 4-1 se muestran algunos esquemas generales donde se emplean varios niveles.

b). Movimiento de personal. - En la atención a la importancia -- del manejo de los materiales, no debe pasarse por alto que el personal también se mueve a través de la planta. Este personal que necesita moverse a través de ella requiere espacio para su movimiento, tal situación no solo roba espacio que podría ser productivo, sino que también es peligroso para aquellos que se mueven cerca del equipo, por tal motivo se acostumbra a colocar corredores elevados o fuera del área de proceso, para facilitar la inspección y mantener segura la operación.

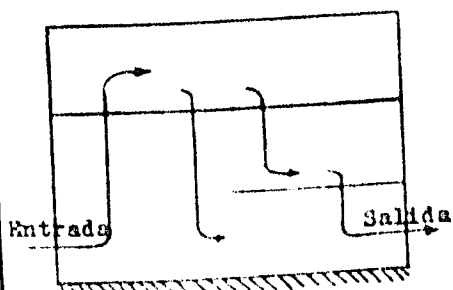
c). Diagramas de flujo o secuencia de operaciones. - Como se ha mencionado anteriormente la lista y los diagramas de proceso de las operaciones que deben efectuarse, son necesarias para determinar el flujo de los materiales. Frecuentemente esta secuencia viene a ser el orden físico por el cual se arregla el equipo. Este aspecto se discutirá con mayor detalle en subsecuentes etapas de la planeación.



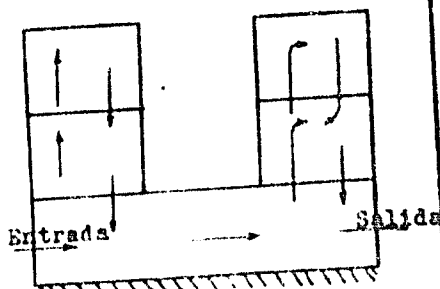
a) Varios niveles



b) Varios niveles.



c) Con entrepiso



d) Combinado

d). Número o cantidad de equipos.- No solo la secuencia de las operaciones, sino también el número de maquinaria o piezas de equipo determinarán el patrón de flujo. Esto es común cuando se requieren varias operaciones sucesivas o repetitivas para efectuar una operación, o cuando es necesario recircular algunos materiales.

e). Flujo recurrente entre áreas de trabajo.- Como se ha indicado muchas veces el material fluye de una área de trabajo a la siguiente, esto por supuesto es un factor importante al determinar el patrón de flujo. Al problema se complica cuando parte del material tiene que ir de una área general en el curso de su proceso, - tal caso se presenta cuando es necesario recircular material debido a que no es económico tener dos equipos similares.

f). Localización de las áreas de recepción y embarque.- Debemos recordar que la localización existente y/o propuesta de las áreas de recepción y embarque establecerán el punto inicial y final del esquema de flujo. Algunos tipos se muestran en la figura 5-2.

g). Localización de los almacenamientos.- Estas áreas deben estar cerca de las áreas de producción. La cantidad (tamaño y volumen) de espacio para almacenamientos y depósitos debe planearse cuidadosamente ya que dependen de muchos factores importantes.

h). Áreas para pasillos.- Los pasillos o corredores en una planta se entienden fundamentalmente para tráfico y transporte, pero a menudo se usan para otros propósitos con el objeto de asegurar un espacio adecuado para las áreas de producción. Existe actualmente una tendencia al planear los pasillos en una planta nueva, esto es, dejar espacio suficiente para cada pasillo, y después utilizar el

espacio sobrante para adicionar nuevo equipo, tanques de depósito o expansión de la propia planta. Al planear los pasillos debe decirse la anchura de estos.

1). Localización de las áreas de servicio y oficinas.- Las áreas de servicio pueden dividirse en tres grandes grupos como ya lo hemos señalado:

- 1.- Servicios a producción
- 2.- Servicios a equipo
- 3.- Servicios a personal.

Bajo cada uno de éstos se incluyen los departamentos correspondientes. Cuando se planean estos deben considerarse los siguientes factores,

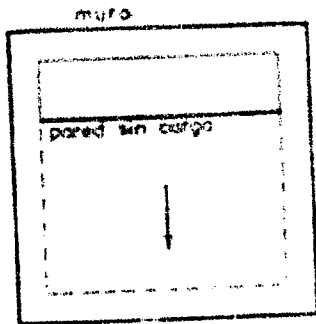
- 1.- Número de personas que usan el servicio.
- 2.- Frecuencia de su uso.
- 3.- Espacio requerido.
- 4.- Factores físicos (calor, ambiente, etc.).

2). Flexibilidad y expansión.- La flexibilidad es una de las características más importantes de una buena distribución. En cada caso la distribución que se está planeando bajo las condiciones actuales estará sujeta a cambios en el futuro, por tanto uno debe conservar en mente siempre, que el espacio puede ser utilizado algún día para una actividad diferente. Al instalar una nueva planta debe considerarse, el tipo de construcción, el límite de carga del piso, el espacio entre columnas, la altura de los techos, etc.

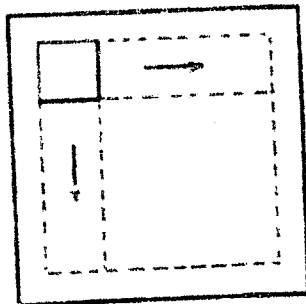
Siguiendo la misma idea anterior, la planta en un futuro puede requerir de una expansión, por tal motivo cualquiera que sea el patrón de flujo debe planearse para permitir una fácil expansión.

Esto se consigue de tres maneras: 1) Orientar la estructura - sobre el sitio para que permita la expansión sobre 2 ó 3 lados; - 2) Construir estos 2 ó 3 lados de tal modo que sean fáciles de desmantelar en caso necesario, y 3) Colocar el equipo y la maquinaria de tal manera que permitan la expansión sin paro de producción.

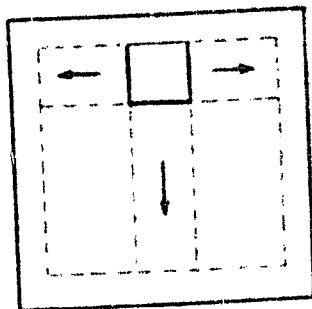
En la figura 4-2 se ilustran cuatro casos para realizar la expansión, dependiendo de la colocación inicial de la construcción.



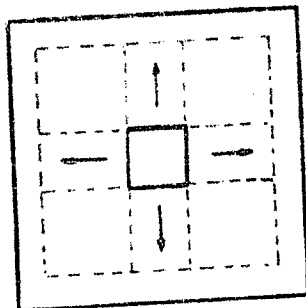
a



b



c



d

Fig. 4-2



## 5. PLANTACION DE LAS AREAS DE ALMACENAMIENTO.

Las areas de mayor actividad relacionadas con el movimiento y manejo de materiales no-productivo se clasifica de la siguiente manera:

- Recepción: Introducción de los materiales a la planta
- Almacenamiento: Conservación de todos los materiales antes, después y durante el proceso.
- Embarque: Distribución y envío del producto.

Dado que estas funciones están relacionadas entre si, las tratamos al mismo tiempo, además de que se ven afectadas casi siempre por los mismos factores.

RECEPCION. La recepción es la actividad que se relaciona con el manejo ordenado de todos los materiales que entran a la planta y, su disposición conveniente a las diferentes secciones que requieren los materiales. Incluye las siguientes "responsabilidades":

1. Descarga de materiales.
2. Identificación y clasificación de materiales.
3. Registro y control de los materiales.

ALMACENAMIENTO. El almacenamiento es la actividad que se relaciona con la conservación ordenada y segura de todos los materiales en la planta, antes de su uso, entre operaciones en ciertas situaciones, y como producto terminado en espera de su distribución final.

El número de almacenes que son necesarios de instalarse con el objeto de conservar el material destinado a diferentes secciones de la planta, o con el fin de guardar otros materiales no usados en el proceso, fueron descritos en el capítulo anterior como -

"características" del factor almacenamiento, pero sin embargo los volveremos a definir aquí, para tener una idea mas clara de nuestras necesidades al planear estas areas; ellos serían:

1. Almacén o depósito de materias primas y en proceso.
2. Almacén de partes o productos que se agregan al proceso.
3. Almacén de refacciones y suministros usados en la planta.
4. Depósitos de desechos y desperdicios.
5. Depósitos de material para reprocesar.
6. Depósitos para subproductos.
7. Almacén de partes de equipo para proceso.
8. Almacén de productos terminados.

EMBARQUE. El embarque o envio de los materiales producidos en la planta, es la actividad relacionada con la selección del stock ordenado, el empaque o envase de la remesa y su carga en los medios de transporte (camiones, vagones, barcos, etc.).

Ahora bien, una vez definidas las areas y su actividad, es necesario hacer un análisis del tipo de material, la forma como se maneja y el método de almacenamiento, con el objeto de determinar los requerimientos de espacio, para estas areas. Las siguientes "consideraciones" deben mencionarse:

1. Características del material que se almacena.
2. Métodos de almacenamiento.
3. Protección del material almacenado.
4. Requerimientos de espacio.

Es pues necesario que estudiemos aunque sea brevemente, los métodos de almacenamiento comunmente empleados en las industrias -

químicas y que indiquemos como puede realizarse de una manera conveniente el movimiento de entrada y salida de los materiales al almacén.

Los materiales comúnmente almacenados tienen las siguientes características:

A. Materiales sólidos

A1. A granel A2. En recipientes

B. Materiales líquidos

B1. A granel o en masa B2. En recipientes.

C. Materiales en escoria

C1. A granel o en grueso C2. En recipientes.

#### ALMACENAMIENTO DE SÓLIDOS

A1. Los materiales sólidos a granel se almacenan apilados al aire libre, o bien bajo techo, en silos, o depósitos.

El almacenamiento al aire libre de sólidos es usual para materiales como el carbón, la piedra, los minerales, la madera, el asfalto, y cuando las condiciones lo permiten se emplea para otros materiales. Cuatro son los métodos comunes que se emplean para realizar económicamente esta clase de almacenamiento cuando la cantidad que se almacena es grande. La elección entre estos métodos depende para su entrega y del sistema de utilización que concuerde mejor con las demás operaciones de la planta que se trate.

Estos métodos están sujetos a variaciones para hacer frente a las necesidades individuales del problema de almacenamiento.

I. Almacenamiento en pila debajo de un puente-grúa o grúa móvil adecuados, para el trabajo de carga y descarga dentro y fuera del almacenamiento, por medio de un cucharón que funciona desde la grúa.

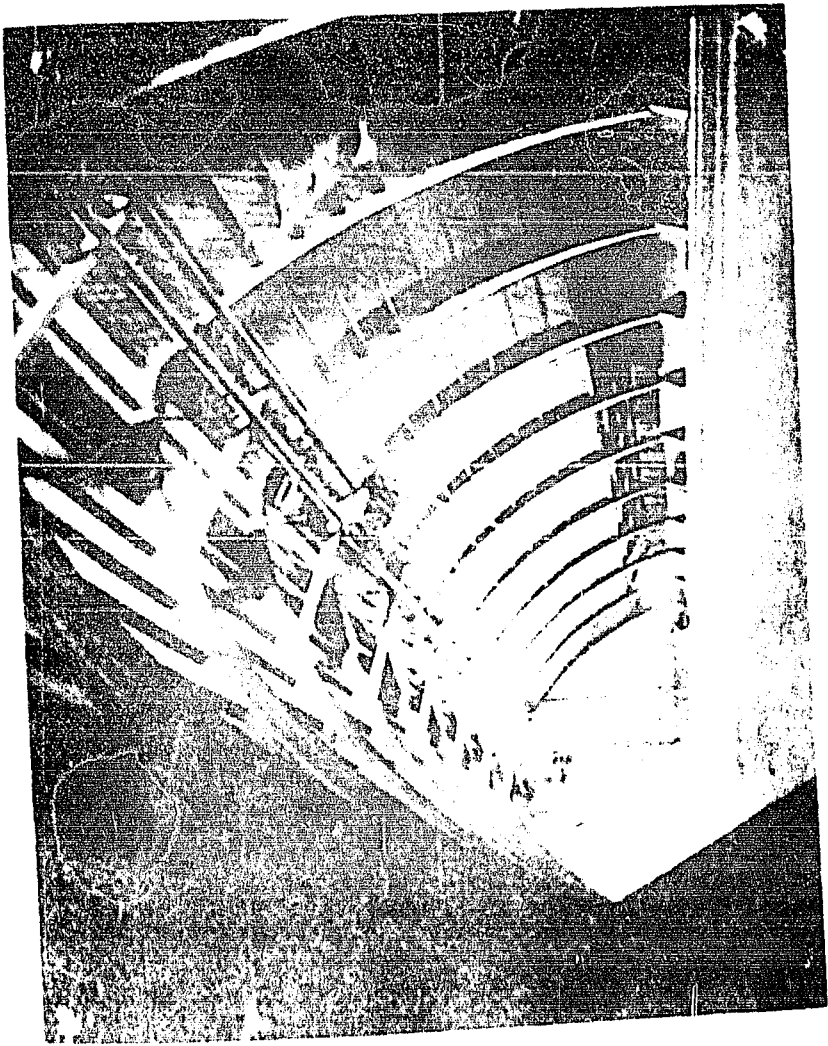
II. Almacenamiento en pilas a cada lado de una vía, servida por una grúa locomotriz. Esta se utiliza para apilar en un almacenamiento el material, tomándolo de un vagón, una barcaza o una tolva.

III. Se emplean sistemas aéreos, que utilizan una vagoneta y su cangilón de memoria, o un cable-carril con sus correspondientes cangilones.

IV. Sistemas de pala de arrastre son útiles en muchos problemas de almacenamiento a granel al aire libre.

El almacenamiento en montones bajo techo suele emplearse para materiales que hayan de mantenerse secos o protegerse de la intemperie por alguna razón. Entre ellos figuran los cerámicos, la chatarra de los metales, la arena para fabricar vidrio, los productos agrícolas, los fertilizantes, algunos minerales y los productos químicos. Lo corriente suele ser el de disponer de un gran tinglado o sala, en algún edificio de la fábrica, para cada material, o cuando las cantidades son relativamente pequeñas, se divide un solo local del almacenamiento en varias secciones por medio de tabiques. Es frecuente que estos locales de almacenamiento cuente con el servicio de un puente-grúa o monocarril, que se utiliza para amacorar y sacar el material. En la ilustración adjunta se muestra un almacén techado con su puente-grúa al centro.

Esta grúa sirve directamente el material en los puntos indica



THE HULL OF THE

tos, o bien pueden interponerse transportadoras cuando las necesidades lo exijan.

Las cantidades bajo techo se calculan fácilmente obteniendo el contorno de la pila por medio de sondeos, este método no es exacto pero basta para la mayoría de los fines. Cuando el almacenamiento puede mantenerse nivelado, esto es, con el material uniformemente distribuido sobre todo el suelo del local, pueden hacerse cálculos más exactos partiendo de las dimensiones de dicho local y de la altura que el almacenamiento alcanza sobre la pared. Cuando se emplea este método conviene pintar una escala en el muro para indicar la altura del nivel.

El almacenamiento bajo techo de sólidos a granel en depósitos o carboneras es de uso frecuente. Este sistema es de aplicación económica, especialmente en el almacenamiento de materiales que pueden elevarse por gravedad a los aparatos de fabricación que los utilizan o a los medios de transporte. Los fondos de tolva o parabólicos son de uso corriente en estos depósitos, de este modo el material pasa fácilmente por gravedad a los aparatos por medio de un vertedero o conducto siempre que se abre la compuerta de salida. En el almacenamiento por este método es probable que algunos materiales obstruyan la salida por lo que se acostumbra instalar agitadores mecánicos o de aire, con el fin de mantenerlos sueltos y permitir que fluyan libremente.

El almacenamiento bajo techo de sólidos a granel en silos, es otro método muy empleado en algunas industrias, en especial las de cal, de cemento, de cerámica; los silos son construcciones cilíndricas de cemento, loseta, acero o madera. Sus ventajas consisten

en que economizan espacio de piso para almacenar una cantidad dada de material y en su construcción relativamente barata. Comparados con los depósitos y carboneras, los silos se adaptan menos a las posibles situaciones en torno a la fábrica y, para el volumen que almacenan tienen una altura relativamente mayor. Debido a esta gran altura, suele ser necesario cargar los silos por medio de un elevador u otro dispositivo por el estilo, y como sus fondos rara vez están muy por encima del nivel del terreno, su descarga tiene que efectuarse por medio de un transportador de carretillas que penetra en su fondo.

A2. Los materiales sólidos almacenados en recipientes, como tanques, sacos, o bultos, etc., presentan el mismo problema de los materiales líquidos y gaseosos almacenados en forma similar, por lo tanto se tratarán adelante junto con los otros materiales que se manejan empacados.

#### ALMACENAMIENTO DE MATERIALES LÍQUIDOS.

B1. Para el almacenamiento de líquidos a granel se emplean, albercas, estanques y piletas, cuando el material puede estar expuesto a los agentes atmosféricos, y tanques cerrados en los demás casos. Las oportunidades para utilizar albercas son pocas, ya que la mayoría de los líquidos tienen que protegerse contra la contaminación o la dilución. El agua es el líquido comúnmente almacenado de esta manera en las industrias químicas. Cuando la cantidad de líquido a almacenar es pequeña, son de uso común las piletas construidas haciendo una excavación y protegiéndola con muros de concreto, ya hundidos en el suelo o sobre él. Estos tanques o depósitos deben construirse con paredes de hormigón armado con la resistencia

apropiada para cuando el depósito este completamente lleno.

Los almacenamientos de productos químicos líquidos suele hacerse en tanques o depósitos; estos tanques se clasifican en verticales, horizontales, rectangulares y esféricos. Los tanques verticales son cilíndricos, pero con su eje vertical. Los horizontales -- también son cilíndricos pero con su eje horizontal; los rectangulares y esféricos tienen la forma indicada por sus nombres. Los tanques verticales suelen utilizarse para el almacenamiento al aire libre, en campos de tanques, de materiales tales como: petróleo, alquitrán, aceite y asfalto, también se emplean a veces para el almacenamiento interior. Otro uso frecuente de los tanques verticales es para depósitos elevados de agua. Los tanques rectangulares y horizontales son los tipos más comunes para toda clase de líquidos. Los tanques esféricos se usan para el almacenamiento, por lo general al aire libre, de líquidos volátiles, como la gasolina del gas natural, que es probable que desarrolle una presión elevada en el tanque, por efecto de la volatilización del líquido.

Es importante mencionar aquí las normas de seguridad en lo que respecta a las distancias mínimas para el almacenamiento seguro de líquidos inflamables, ya que estas distancias afectarán los requerimientos de espacio para el almacenamiento de líquidos; podríamos indicar las siguientes:

1. La ubicación de un tanque en relación con la distancia desde su superficie exterior a la línea de demarcación de una propiedad adyacente, o al edificio más próximo dependerá de su construcción, sus contenidos, su equipo de protección y su máxima dimensión (diámetro, longitud, altura) y estará sujeta a las siguientes indica--



alces:

Tanques del Grupo A. Todo tanque construido completamente de acero y hermético a los gases que cumpla en su construcción con estas -- normas u otras equivalentes, y equipado 1) con un sistema extintor aprobado y unido a él permanentemente, o bien 2) con una cubierta flotante aprobada y que solo se utilice para el almacenamiento de productos refinados del petróleo u otros líquidos inflamables no expuestos a hervir hasta rebosar, se situará de modo que la distancia entre su superficie exterior y la línea de demarcación de la propiedad o el edificio mas próximo no sea menor que su máxima dimensión (longitud, diámetro o altura) pero sin que dicha distancia exceda de 36.60 mts.

Tanques del Grupo B. Todos los tanques del grupo A que no cumplan con los requisitos 1) y 2), que solo se utilicen para el almacenamiento de productos refinados del petróleo u otros líquidos inflamables no expuestos a hervir hasta rebosar, se situarán de modo -- que la distancia entre su superficie exterior y la línea de demarcación mas próxima no sea menor que 1.5 veces su dimensión máxima -- (diámetro, longitud y altura) pero sin que exceda de 53.40 mts.

Tanques del Grupo C. Todo tanque construido completamente de acero y hermético a los gases que cumpla en su construcción con estas -- normas u otras equivalentes y equipado 1) con un sistema extintor aprobado y unido a él permanentemente, o bien 2) con una cubierta flotante aprobada, y que solo se utilice para el almacenamiento de petróleo crudo u otros líquidos inflamables expuestos a hervir hasta rebosar se situará de modo que la distancia entre su superficie

exterior y la línea de demarcación o el edificio más próximo no sea menor que el doble de su máxima dimensión (diámetro, longitud o altura) pero sin que dicha distancia resulte menor de 6 mts. ni exceda de 50.00.

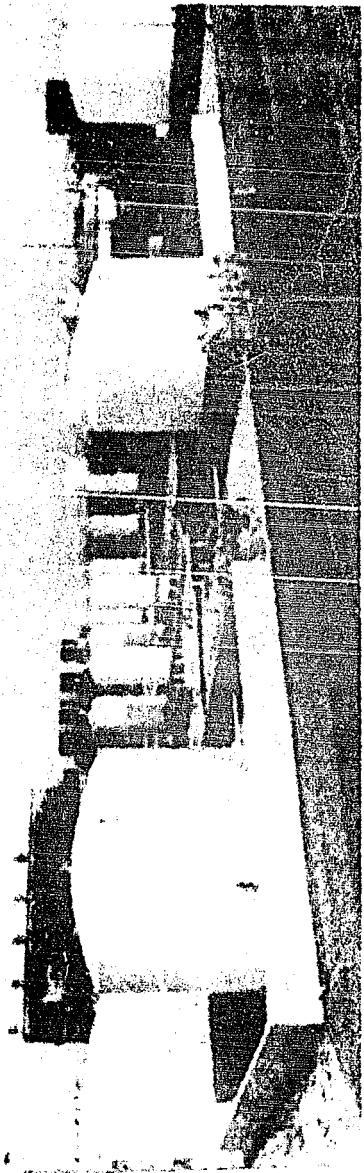
Tanques del Grupo II. Todo tanque del grupo II que no cumpla con los requisitos 1) y 2), se situará de modo que la distancia entre su superficie exterior y la línea de demarcación de la propiedad o el edificio más próximo no sea menor que el triple de su máxima dimensión (diámetro, longitud o altura), pero sin que dicha distancia resulte menor de 6 mts. ni mayor de 107 mts.

II. La distancia mínima entre las superficies exteriores de dos tanques completamente de acero y herméticos a los gases no será menor que la mitad de la máxima dimensión (diámetro, longitud o altura) del tanque más pequeño, pero sin que dicha distancia sea menor de un metro.

III. Los tanques se situarán de modo de evitar el posible peligro de las aguas altas en caso de inundación o marea, para tanques que se localizan cerca de corrientes marítimas o pluviales.

Tres son los métodos comúnmente empleados para manipular líquidos inflamables: por bombeo, por gravedad y por medio de un gas inerte comprimido (El aire comprimido para este servicio es extremadamente peligroso y no debe usarse), el bombeo es preferible a la descarga por gravedad y debe utilizarse siempre que sea posible.

En la Ilustración V-2 se muestra un campo de tanques que almacenan alcohol etílico, en donde se puede apreciar los muros de contención alrededor de cada tanque, con el objeto de evitar la propa



Ilustracion V - 2

gación del fuego o el derrame del líquido hacia los demás tanques u otras áreas de la planta, en caso de accidente. También se puede variar las distancias de separación entre tanque y tanque; al centro de los dos tanques se encuentran las bombas para cargar y descargar el líquido en los tanques.

32. Los materiales líquidos almacenados en recipientes suelen - por lo general, estar contenidos en barriles, tambores, bidones, - recipientes de vidrio y latas. El almacenamiento de los barriles y se hará de la manera descrita para los sólidos envasados en recipientes similares. En lo que respecta a los bidones y latas, uno de los métodos más comunes consiste en apilarlos sobre plataformas o "pallets" y manipularlos después para meterlos y sacarlos del almacén por medio de carretillas eléctricas, o manuales.

#### ALMACENAMIENTO DE GASES

31. Los gases a granel o en grueso, no suelen almacenarse como tales, debido al alto costo que representaría un almacén para alojar gases, pues el espacio necesario para instalar el depósito así como el material para construir el tanque, serían excesivamente grandes. Por lo general cuando una planta requiere grandes cantidades de gas como materia prima, se provee de él por medio de gasoductos que provienen de refineries de petróleo o plantas productoras de gases cercanas. En el caso de ser necesario el tener depósitos de material gaseoso se acostumbra almacenarlo en forma líquida, a baja temperatura y presión o bien a temperatura ambiente y presión elevada, para lo cual el gas se licua primero por refrigeración y compresión para después bombearse dentro del tanque.

C2. Los gases almacenados en recipientes, suelen introducirse - en botellas cilíndricas de acero a presión y herméticamente cerradas, que es común para ciertos gases de uso industrial y doméstico como el acetileno, el oxígeno, el hidrógeno, el n-butano, etc. El almacenamiento y manipulación de estos recipientes se hace en la misma forma que para los líquidos y sólidos envasados en forma similar.

#### ALMACENAMIENTO DE MATERIALES EMPACADOS O ENVASADOS

El almacenamiento de materiales en recipientes, tambores, sacos o cajas, es muy común para almacenar los materiales, sean estos sólidos, líquidos o gaseosos, y con frecuencia se utilizan en la industria cuando las cantidades no son muy grandes o la naturaleza del material así lo requiere, para mantenerlo seco, fuera del contacto del aire, porque es corrosivo o volátil, etc. Así mismo - hay materiales que no se utilizan en el proceso, pero que es necesario disponer en un momento determinado, como relaciones y herramientas de uso en el taller de mantenimiento, las cuales ocuparán espacio dentro del almacén.

Ahora bien esta clase de materiales así dispuestos para su manipulación deben ser arreglados dentro de un almacén para que ocupen el menor espacio, sean fácilmente accesibles y se conserven en una forma segura. Para determinar el área de almacenamiento para materiales que vienen empacados, se hará un análisis del tamaño del recipiente, la forma de almacenamiento, la cantidad almacenada y los diferentes tipos de materiales; en cada caso será necesario tener conocimiento de todos los materiales o tipos de materiales recibidos y almacenados. Los datos pueden ser reducidos al espacio -

REQUERIMIENTO DE ESPACIO PARA ALMACENAMIENTO									
MATERIAL	Cantidad para 30 días	Cantidad para 60 días	n° de días invent.	de carga como	tipo de carga	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento	Almacenamiento
				para 30 días	para 60 días	para 30 días	para 60 días	para 30 días	para 60 días
1- Coque en lameras.	-	5 900 Kg	60	6000kg	12000	75 m <sup>3</sup>	150 m <sup>3</sup>	Altura 6 fardos	12000 / 6 = 2000
2- Crepe embar	-	7 286 Kg	60	32 kg	36 sacos	81 m <sup>3</sup>	72 m <sup>3</sup>	Altura 6 fardos	7286 / 6 = 1214
3- Recretero.	-	3 140 Kg	60	36 kg	36 sacos	15 m <sup>3</sup>	18 m <sup>3</sup>	Altura 3 fardos	3140 / 3 = 1046
4- Galdo de zinc.	6 950 Kg	-	30	24 kg	36 sacos	15 m <sup>3</sup>	15 m <sup>3</sup>	Altura 3 pallets	6950 / 3 = 2316
5- Solvente.	-	6 223 Kg	60	200 kg	1 tambor	1 m <sup>3</sup>	37 m <sup>3</sup>	Altura 1 pallet	6223 / 1 = 6223
<b>Total</b>									<b>126.87</b>
Area para pasillos @ 40%									<b>50.60</b>
Area total requerida (mts cuadrados)									<b>177.90</b>
Maxima altura de almacenamiento = crepe embar 6 fardos de altura = 3.60 mt.									
Maxima carga concentrada = Oxido de zinc - sacos de 25 kg sobre pallets = 1200 kg/m <sup>2</sup> .									

Fig. 9-1

de almacenamiento requerido con la ayuda de una hoja de análisis - de almacén como la mostrada en la figura 5-1; en ciertos casos -- esos cuantos cálculos serán suficientes para obtener una aproximación del espacio necesario de almacenamiento.

Para manejar los materiales empacados se emplean casi exclusivamente carretillas manuales o eléctricas para transportar los materiales de un lugar a otro, o bien para introducirlos o sacarlos del almacén. Es usual también disponer de "pallets" o plataformas con ruedas o sin ellas, para que en éstas se apilen los materiales empacados siendo más fácil su acarreo ya sea utilizando la plataforma, o facilitar la maniobra de tomar los materiales con la carretilla.

Existen muchas formas de arreglar el material dentro del almacén, toda depende del equipo de manejo con que se cuenta, el tipo de material y la frecuencia de movimiento dentro del almacén; sin embargo es conveniente definir la forma de su acomodación para que su manipulación sea eficiente.

En resumen, se recuerda que las actividades relacionadas con el almacenamiento deben colocarse juntas; si pudiera obtenerse un arreglo teórico colocaría estas actividades en alguna de las formas mostradas en la figura 5-2. En una situación real, por supuesto que deben tomarse muchos factores en cuenta, especialmente la localización de los medios de transporte, otro factor muy importante en la expansión. Estas actividades deberán localizarse de tal modo que las pautas expansiones no se vean afectadas por estructuras "permanentes" tales como: Laminas, vías, etc.

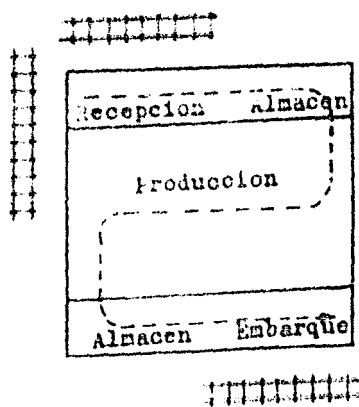
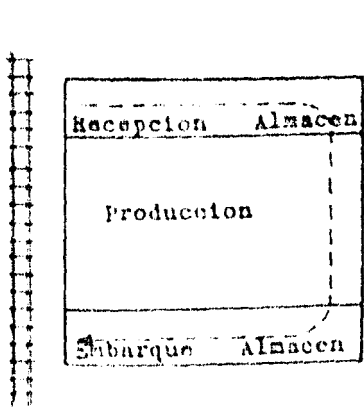
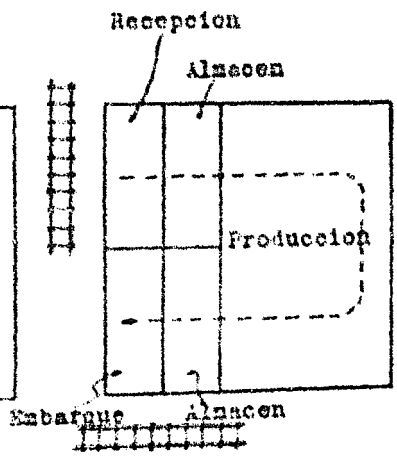
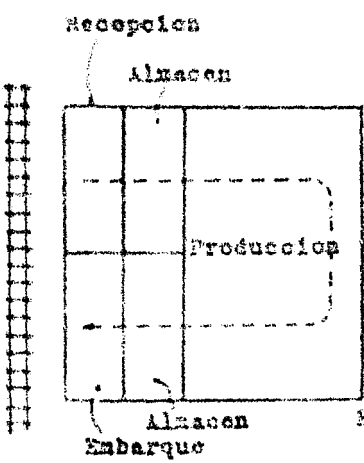
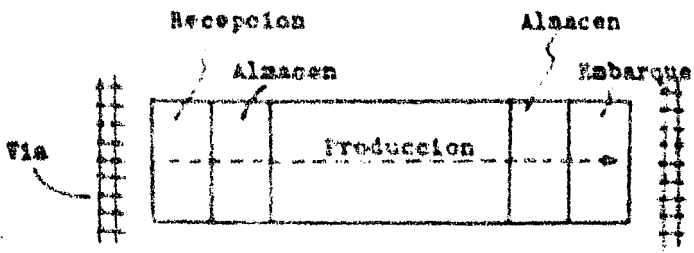


Fig. 5-2



Las instalaciones necesarias para desarrollar las actividades de recepción y embarque, deben diseñarse en esta fase del proyecto, estas serían: muelles, rampas, plataformas y muy frecuentemente cañerías y vías de ferrocarril que deben entrar a la planta, cuando los almacenes no se encuentran en un extremo del terreno.

#### 6.- PLANEACION DE LAS AREAS DE PROCESO.

Los bloques con que se construyen los arreglos de distribución con frecuencia se denominan, "área o unidad de proceso". Este método de planeación es apropiado particularmente a distribuciones de plantas grandes. Para plantas pequeñas cuyas producciones no son grandes, es preferible hacer un arreglo en "línea", mas bien que por "proceso" debido a que es mas económico, tal situación cae fuera de la exposición de este trabajo que se refiere exclusivamente a la distribución por "proceso", ya que la distribución en línea se refiere a un procedimiento especial utilizado para mayor economía en la producción de ciertas industrias no-químicas, y en este caso particular para industrias químicas de poca producción y consecuentemente con una área industrial pequeña.

Las áreas de proceso se delimitan por medio de fases de proceso distintivas o procedimientos de operación diferentes, por requerimientos de seguridad o por razón de evitar contaminaciones. Así la delimitación de la forma y extensión de una unidad y la interrelación de cada área en un plan maestro es uno de los primeros pasos del trabajo de distribución, como se indicó en la segunda fase del procedimiento.

Las operaciones que constituyen un proceso son esencialmente una serie de operaciones unitarias que pueden realizarse simultáneamente. Estas serían las principales: filtración, evaporación, cristalización, secado y separación en general.

Los niveles relativos de las diferentes piezas de equipo y sus accesorios determinarían su posición; aunque el flujo por gravedad es preferible, esto no es completamente necesario porque los líquidos pueden transportarse por bombeo o presión, y los sólidos por medios mecánicos. Podría decirse que el flujo por gravedad no cuesta nada al utilizarlo, mientras que los medios mecánicos de transporte implican primero el costo inicial del equipo y segundo los costos de operación y mantenimiento. Sin embargo el flujo por gravedad requiere la elevación del material hasta el nivel donde comienza el flujo y además significa un flujo de procesos paralelos en un edificio de niveles múltiples; de este modo podemos ver que los factores que favorecen a una planta de un solo nivel pueden compensar grandemente, sino completamente el costo del transporte mecánico.

Una vez que los diagramas de flujo estén completos y antes de comenzar con los diseños de tubería, estructuras y diagramas eléctricos, debe planearse la distribución de las unidades de proceso. La distribución de unidades se prepara del mismo modo que el plan preliminar de distribución, excepto que el detalle es mucho mayor, debido al gran número de elementos que integran la unidad de proceso.

La distribución preliminar del equipo influye sobre la elección del mismo, por ejemplo el primer ensayo en un arreglo de 12 -

cambiadore de calor podría ser hecho poniendolos uno junto a otro, pero requeriría de un espacio considerable, en tal situación lo común es, seleccionar un par de cambiadores de calor utiles para un servicio particular y apilarlos de dos en dos. Otra alternativa es construir una estructura de dos o tres niveles, para reducir el altura que pudiera ser requerida, si se colocara en un solo plano.

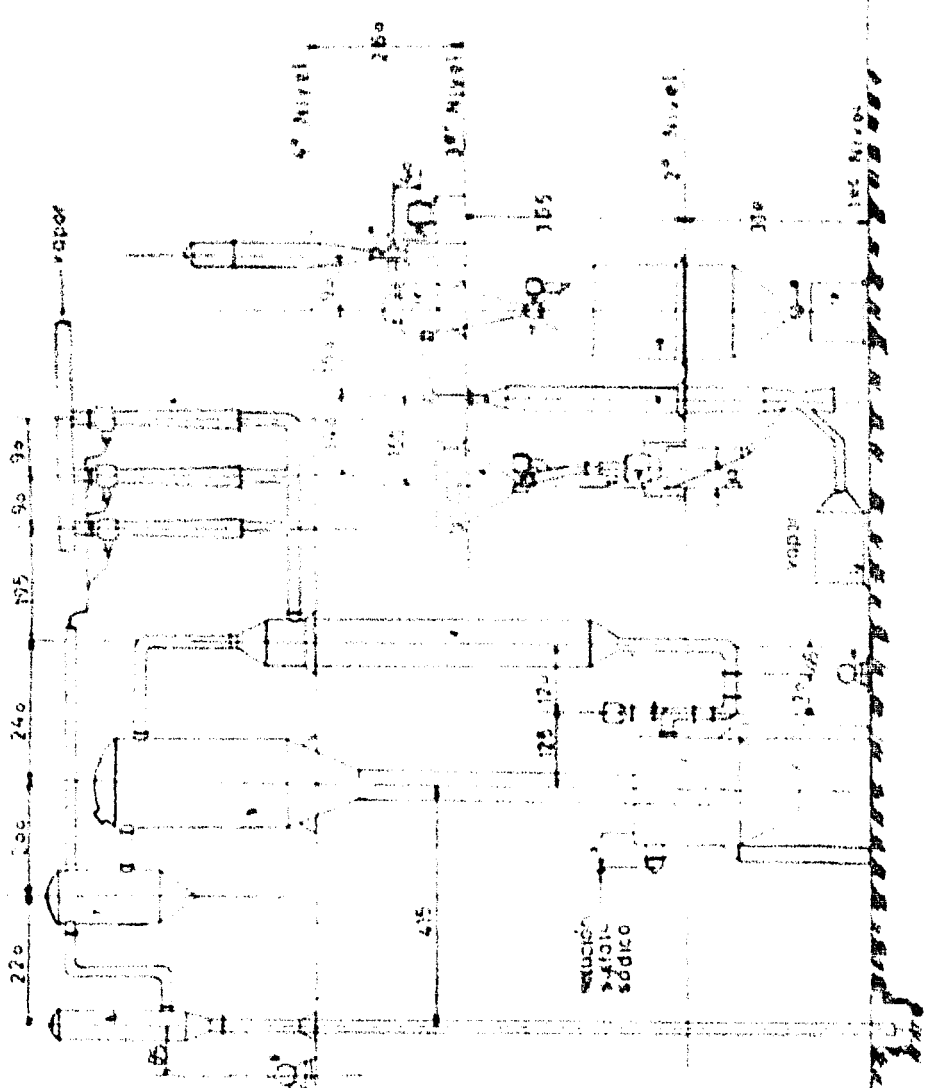
Para visualizar el problema de distribución en la unidad de proceso, se colocan sobre un plano de papel cuadrículado a escala, las plantillas del equipo o pequeñas cartoncitos recortados a escala de cada pieza de equipo como se ilustra en el plano de la figura 6-2A, y a partir de éste se trazan los diagramas detallados como los mostrados en las figuras 6-1 y 6-2, para cada unidad de proceso. Ahora bien, la construcción de un modelo a escala de tres dimensiones de la planta, simplifica en gran medida los problemas de distribución, sobre todo cuando se piensa instalar una planta de varios niveles, cosa frecuente en la industria química. La preparación de un modelo a escala puede comenzarse en este paso del proyecto simultáneamente con la planeación del trabajo de distribución.

Los pasos para preparar la distribución por unidad serían aproximadamente los siguientes:

- 1.- Enumerar todo el equipo que integra la unidad comenzando con las piezas mas grandes como: reactores, columnas, evaporadores, filtros, cambiadores de calor, compresores, bombas, etc., indicando su peso y dimensiones de cada uno.
- 2.- Señalar que equipo será elevado; generalmente la elevación del equipo en altura, por lo cual debe ser hecha solo cuando el

**LEYENDA**

- 1 Cristizador.
- 2 Alimentador automático.
- 3 Bomba de circulación.
- 4 Muec. de agua.
- 5 Secador.
- 6 Filtro de bombas.
- 7 Muec. de agua.
- 8 Condensador de agua.
- 9 Bomba de agua.
- 10 Bomba de agua.
- 11 Bomba de agua.
- 12 Bomba de agua.
- 13 Bomba de agua.
- 14 Cuerpo de secador.
- 15 Cillon.
- 16 Verticador.
- 17 Extractor rotatorio.
- 18 Silo.
- 19 Embudo.



1	Extractor de Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
2	Extractor 1" H <sub>2</sub> O
3	Extractor 1" H <sub>2</sub> O

Fig. 6-1

proceso así lo requiera.

- 3.- Estudiar el flujo del proceso y los procedimientos de la operación. La secuencia del flujo y la función de cada pieza de equipo deben estar bien entendidas para obtener un arreglo funcional.
- 4.- Determinar los métodos de mantenimiento para cada parte de equipo, de tal manera que el equipo que necesita un mantenimiento frecuente, se le pueda proporcionar fácilmente.
- 5.- Planear el espaciado del equipo de acuerdo con las siguientes reglas:
  - a). Se deberá colocar entre las bombas y cualquier otro equipo entre sí, a menos de 1 m. de distancia, espacios menores impiden un buen mantenimiento.
  - b). El equipo con partes móviles o sobresalientes deberán colocarse de tal modo que no invadan los pasillos u otras áreas de equipo.
  - c). El equipo que para su mantenimiento necesita de espacio para demantelarse o quitar partes móviles, deberá contar con el espacio suficiente para el libre acceso del equipo de elevación: grúas, garruchas, montacargas, etc.
  - d). Debe recordarse que las cimentaciones tales como, las bases de columnas y torres con frecuencia exceden las dimensiones del equipo que soportan, de aquí se desprende que tanto el tamaño del equipo como el de las cimentaciones deberá ser considerado previamente.

f). Cuando se instalen varias bombas en la unidad, estas deberán alinearse con respecto a sus líneas de descarga, a fin de mantener un cierto orden en el arreglo de la tubería que baja de los "racks".

- 6.- Indicar la localización de líneas de entrada y salida de los límites de la unidad, así mismo los drenajes de desperdicios químicos, aceitesos o de estación lluviosa.
- 7.- Estudiar los problemas de levantamiento o izamiento de equipo, cuando sea factible su erección, deberá ser posible su colocación.
- 8.- Proveer de mayor espacio al equipo que va ser reemplazado o -- donde va adicionarse mas equipo, como consecuencia de una futura expansión dentro del area de proceso; esto es muy importante ya que la factibilidad de una expansión, o un cambio dentro del proceso no es remoto. Consecuentemente cualquier anticipación o provisión que se haga del cambio futuro será valiosa para determinar el area que deberá preverse.

Estas serían las reglas mas importantes en la distribución de una unidad de proceso, no obstante que mucha información deberá reunirse en esta fase del proyecto como sería: las estructuras y cimentaciones necesarias para soportar el equipo, el nivel de elevación de las torres, los puntos bajos de tanques horizontales, el espacio necesario para el cuarto de control en caso de haberlo, el número de líneas de servicio auxiliar y los puntos de acceso a la unidad.

Después de varios ensayos de distribución se puede lograr un

UNIDAD: Destilacion

rack de tuberías  
Presión 790

drenaje  
acero 100

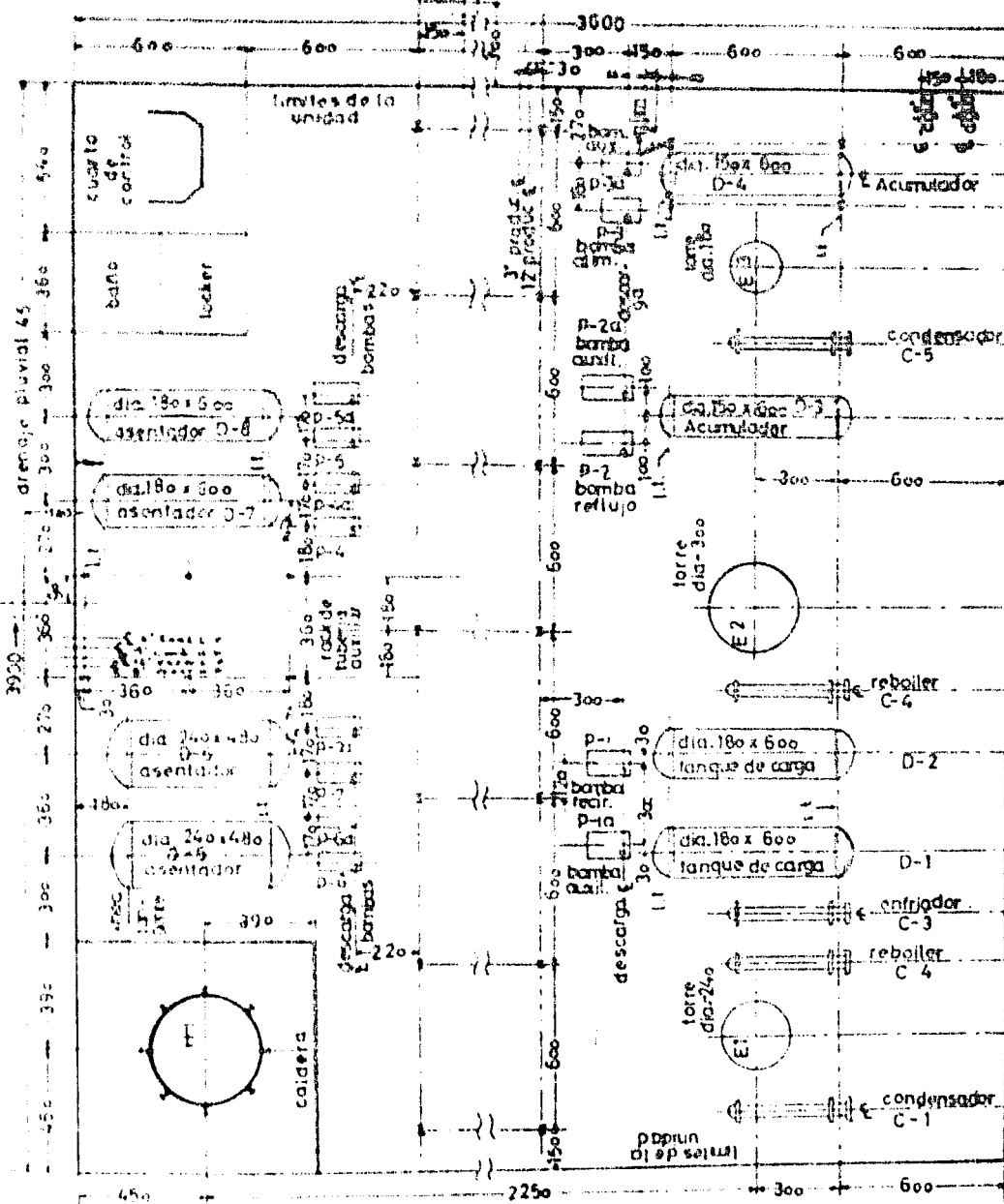


Fig. 6-2

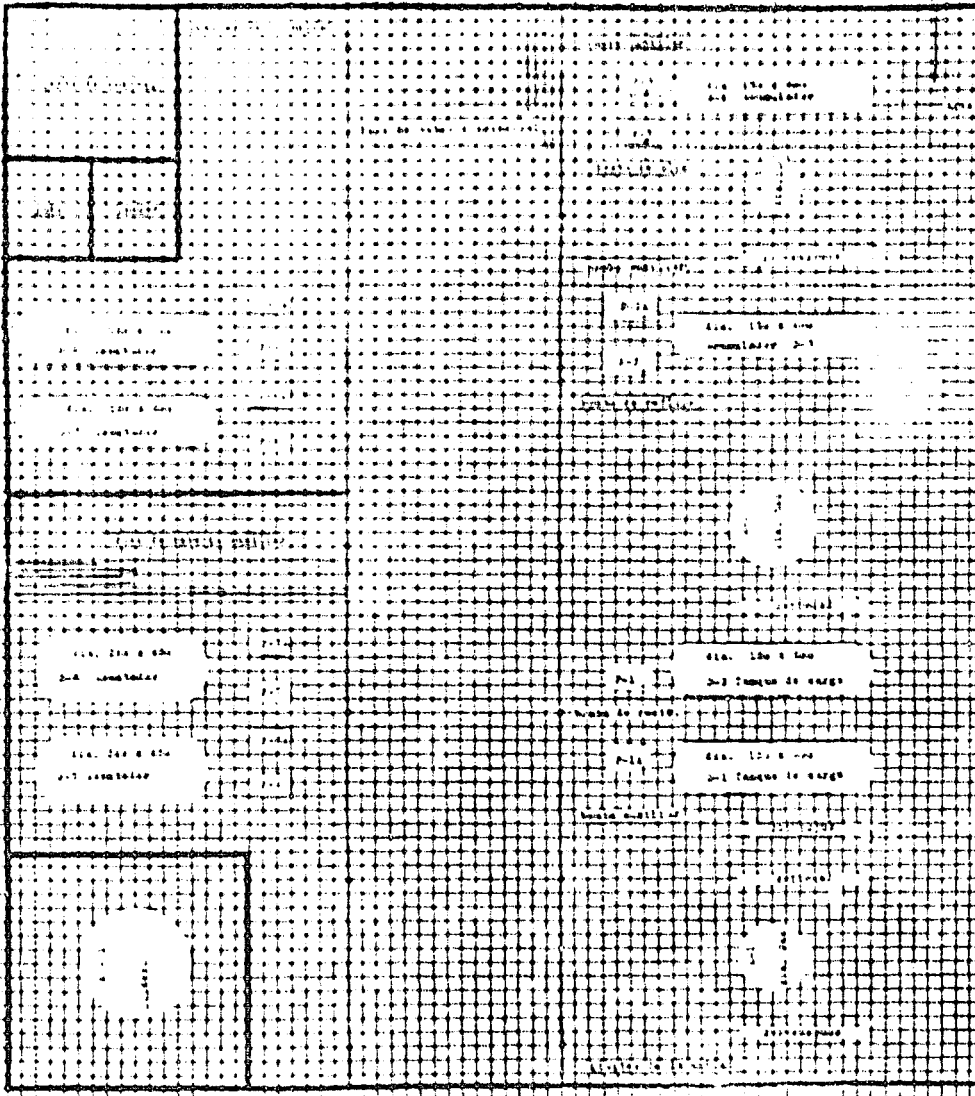


Figure 120

Figure 121

Figure 122

Figure 123

Figure 124

Figure 125

Figure 126

Figure 127

Figure 128

Figure 129

Figure 130

Figure 131

Figure 132

Figure 133

Figure 134

Figure 135

Figure 136

Figure 137

Figure 138

Figure 139

Figure 140

Figure 141

Figure 142

Figure 143

Figure 144

Figure 145

Figure 146

Figure 147

Figure 148

Figure 149

Figure 150

Figure 151

Figure 152

Figure 153

Figure 154

Figure 155

Figure 156

Figure 157

Figure 158

Figure 159

Figure 160

Figure 161

Figure 162

Figure 163

Figure 164

Figure 165

Figure 166

Figure 167

Figure 168

Figure 169

Figure 170

Figure 171

Figure 172

Figure 173

Figure 174

Figure 175

Figure 176

Figure 177

Figure 178

Figure 179

Figure 180

Figure 181

Figure 182

Figure 183

Figure 184

Figure 185

Figure 186

Figure 187

Figure 188

Figure 189

Figure 190

Figure 191

Figure 192

Figure 193

Figure 194

Figure 195

Figure 196

Figure 197

Figure 198

Figure 199

Figure 200



arreglo satisfactorio, es entonces cuando se traza un plano a escala con todo detalle de la unidad indicando toda la información necesaria para su instalación, como se ilustra en la figura 6-2. Este sirve ya para determinar la longitud de las tuberías que entran al área y las caídas de presión en cada línea, así mismo se estará en condiciones de calcular el espacio necesario para cada unidad de proceso.

Es una parte importante en este paso de la planeación, determinar y calcular las estructuras y cimentaciones que soportarán el equipo, las tuberías, etc., y el edificio mas conveniente para albergar la unidad, ya sea que ésta requiera protección especial de la intemperie, se mantenga al descubierto, o requiera de estructuras especiales para cierta parte del equipo.

Si el producto de una unidad de proceso se alimenta directamente a otra, las unidades estarían adyacentes para reducir los -- costos de tubería y bombeo. La operación, el mantenimiento y la -- distribución de servicios, a menudo se simplifican localizando unidades similares adyacentes en una sección de la planta.

## 7.- PLANEACION DE LAS AREAS DE SERVICIO.

Los servicios, son como ya hemos anotado anteriormente aquellas actividades que mantienen a los hombres, los materiales y el equipo, en operación para el buen funcionamiento de la planta, por tal motivo es necesario la disposición de ciertas áreas dentro de la planta para reparar equipo, generar energía, reaprovechar sub-productos, eliminar desechos, proteger a los hombres, etc., y consecuentemente auxiliar las actividades de producción con eficacia. La localización de las áreas de servicio es una función importante al desarrollar el plan de distribución, pues de esto depende muchas veces el evitar paros en la producción, por accidentes, fallas en el control, mantenimiento inconveniente, etc.

Una forma de hacer un análisis ordenado de los servicios necesarios, es relacionándolos con los tres factores importantes de la producción, esto es:

### 1.- Servicios relacionados con el personal.

- a). Pasillos o vías de acceso.
- b). Condiciones de trabajo.
- c). Condiciones de seguridad.
- d). Servicios al personal.
- e). Oficinas.

### 2.- Servicios relacionados con los materiales.

- a). Control de calidad.
- b). Control de producción.
- c). Control de desperdicios.

### 3.- Servicios relacionados con el equipo.

- a). Mantenimiento.

## b). Distribución de líneas auxiliares de servicio.

Así tenemos que se requiere localizar ciertas áreas cercanas a las unidades de producción, de donde partirán los servicios necesarios para el funcionamiento de la planta. Debe estar bien entendida la importancia de cada uno de ellos para obtener un arreglo funcional, de tal modo que cada servicio debe ser considerado y analizado para determinar el espacio requerido y su localización, no solo para máxima eficacia y conveniencia sino también para minimizar las interferencias en las operaciones de proceso.

Una breve descripción de los servicios implicados nos dará una idea de que tan importantes serán ciertos servicios para cada planta en particular.

### SERVICIOS RELACIONADOS CON EL PERSONAL.

Vías de acceso.- El movimiento de los hombres no es un problema diferente al movimiento de los materiales, por tanto los principios de flujo y distancia mas corta se aplican también; esto significa que la secuencia de operaciones que realiza un trabajador debe seguir el camino que sigue a su paso el trabajador. La puerta de entrada, el estacionamiento y las paradas públicas de los transportes son los puntos usuales de los individuos para iniciar su camino, y el lugar de trabajo su punto final. Entre estos dos puntos debe haber pasillos sin obstáculos, corredores seguros, baños y sanitarios cerca del area de producción, y elevadores o escaleras convenientemente dispuestas. En cualquier caso, las distancias deben ser cortas y el flujo de personal debe seguir un sentido general.

Condiciones de trabajo. - Los mayores factores que deben tomarse en cuenta en relación con las condiciones de trabajo, se enlistan y exponen brevemente a continuación.

1. Iluminación:

- a) La iluminación debe ser suficiente y apropiada.
- b) Cuando la luz natural resulte adecuada puede aprovecharse.
- c) La luz artificial deberá disponerse siempre en casos de días nublados, para trabajos nocturnos o la necesidad de iluminación especial para determinados trabajos.

2. Ventilación:

- a) Todas las áreas deberán estar adecuadamente provistas de ventilación.
- b) Donde se localizan las áreas de pintura, electrólisis, tratamiento térmico, etc., deberán tomarse precauciones especiales, a fin de eliminar los humos y vapores e posibles riesgos de incendio.

3. Aire acondicionado:

- a) Debe suministrarse la calefacción y/o refrigeración necesaria, a cada área de trabajo cuando así se requiera.
- b) La construcción debe planearse de tal modo que la distribución de los ductos de calefacción o aire acondicionado, sean fácilmente accesibles para mantenimiento o reparación.

Condiciones de seguridad. - Por considerar que las condiciones de seguridad no afectan a la distribución, con frecuencia se descuidan dentro de la planeación de ésta. Esto menosprecia en numerosas ocasiones pérdidas considerables a la industria; por esto debe-

ría incluirse en la distribución de la planta como parte integrante de ella. Los factores que deben considerarse desde el punto de la seguridad serían:

- 1.- Localización de pasillos y anchura de los mismos. (ver ilustración VII-1).
- 2.- Localización del equipo peligroso en relación con sus alrededores.
- 3.- Protección del equipo y transportadores.
- 4.- Accesorios de seguridad: Regaderas, lavaflores.
- 5.- Tipo de suelos y pisos.
- 6.- Cargas límite sobre los pisos y estructuras.
- 7.- Protección contra fuego - Extinguidores, sistemas de aspersión de agua, salidas o escapes, alarmas, etc.-

Servicios al personal.- Generalmente hablando, las instalaciones y servicios al personal, deben ser tan convenientes como el espacio y la producción lo permitan, pero es indispensable siempre hacer - provisión de espacio para estas áreas, de las cuales son esenciales para cualquier industria, las siguientes:

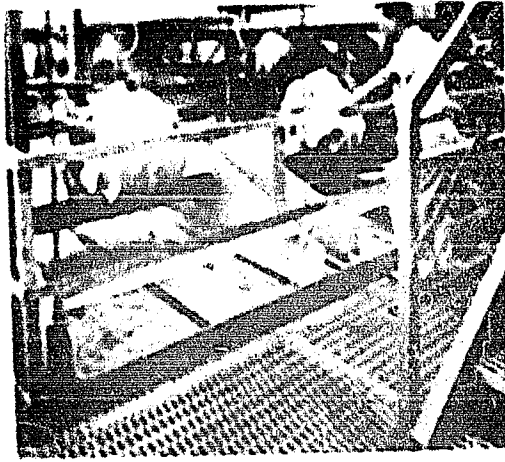
Estacionamiento.

Baños y sanitarios.

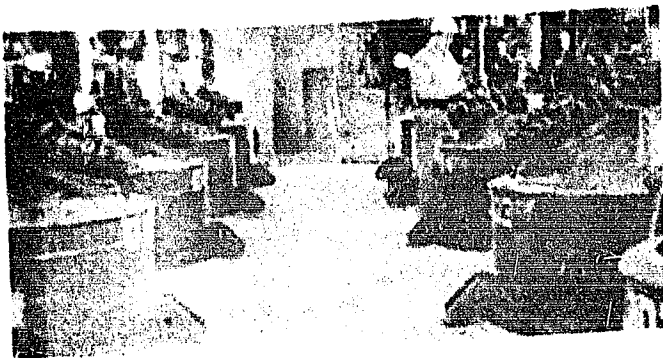
Vestidores.

Enfermería y equipo de primeros auxilios.

En el planeamiento de los vestidores, baños y otros servicios para los empleados pueden ser más importantes los factores que tienen un efecto directo sobre los costos de operación y mantenimiento que los que influyen en el costo inicial. La distribución adecuada de estas instalaciones, por ejemplo, puede ahorrar el tiempo



Detalle de pasillos: Deberá dejarse un espacio mínimo de 1 mt. para pasillos entre estructuras fijas (arriba) o partes de equipo (abajo).



suficiente a los empleados como para que se compense cualquier diferencia en los costos iniciales, mientras que la selección de los materiales y el equipo que necesiten un mínimo de servicio y mantenimiento se reflejará en una economía de gastos.

Las instalaciones de primeros auxilios y enfermerías, necesarias para poder efectuar los programas industriales de seguridad, puedan llevarse a cabo económicamente con el uso de unidades compactas que usen equipo normal de hospital. Pueden hacerse ahorros sustanciales anticipando la necesidad de cuartos privados de tratamiento al principio de la planeación.

Oficinas.- En la industria en general el espacio para oficinas se requiere para muchas personas y muchos propósitos. En las plantas pequeñas, todas las oficinas están combinadas en una área para conveniencia de la comunicación entre individuos, el área frecuentemente se encuentra al frente del edificio, para fácil acceso de los visitantes. En las plantas grandes, las oficinas generales o administrativas pueden estar al frente del edificio, mientras que las oficinas para servicio de la producción y el personal pueden estar localizadas en el área de producción para facilitar la comunicación con el personal de la planta. En muchas plantas grandes, las oficinas generales se localizan en un edificio separado para mantener una coordinación cercana entre varias funciones y mejorar el ambiente de trabajo cuando éste no está relacionado con las actividades de producción.

#### SERVICIOS RELACIONADOS CON EL MATERIAL.

Control de calidad.- El control de calidad puede influir sobre

la distribución en la forma en que se realiza la inspección, esto es, la localización de los puntos de inspección deben ser accesibles a las personas encargadas de tomar muestras o hacer las inspecciones necesarias. Cuando las plantas están altamente automatizadas posiblemente esto no sea necesario, debido a que se cuentan con aparatos de medición en el cuarto de control desde donde se puede estar observando el curso que sigue el material en su transformación. Pero en muchos casos esto no es posible, ya sea por el alto costo del equipo de medición, o por las características inherentes al proceso es necesario obtener muestras periódicamente para llevarlas a un laboratorio central desde donde se está controlando las características del material.

En la planeación de los pasillos hay que disponerlos en la forma conveniente para que lleguen hasta los puntos de inspección o hasta donde se realiza la toma de muestras, así mismo hay que localizar el área para laboratorios de control en el punto más conveniente para una fácil y rápida obtención de resultados de los productos que se están controlando y para evitar el entorpecimiento de las labores de producción.

En los laboratorios el uso de espacios libres de 15 a 18 mts. permite una mayor flexibilidad que hace posible mantener una distribución eficiente a medida que cambian las necesidades. Lo mismo que en las áreas de producción, se utiliza el mínimo posible de paredes fijas, instalándose reparaciones móviles cuando es esencial obtener un espacio privado.

**Control de producción.** - En la mayoría de las plantas de proceso



el control de la producción se lleva a cabo en cuartos de control donde se hayan instalados los instrumentos de indicación, registro y control, ya sea de temperatura, presión, flujo u otros que suministran la información necesaria al operado: o al Ingeniero encargado de la producción; cuando esto no es posible los instrumentos de medición se colocan directamente sobre el equipo, haciendo con esto que los operadores recorran continuamente la unidad de producción para cerciorarse que el proceso se esta llevando a cabo según las características necesarias para la obtención del producto deseado, por esto hay que tomar en cuenta al estar planeando nuestra distribución que clase de control o inspección vamos a tener sin descuidar las necesidades de espacio para realizar estas labores.

Es muy frecuente que el centro de control sea instalado junto con las oficinas y los servicios sanitarios, para reducir el espacio necesario en caso de ponerlos separados y evitar el movimiento de personal fuera del area de control. Así mismo en las plantas muy grandes se suele disponer de un centro de control por cada unidad de proceso, para obtener una mejor vigilancia en cada area de producción; pero cuando las plantas son pequeñas, con un cuarto de control bien dispuesto desde donde se puede vigilar perfectamente el proceso, basta.

La localización de los centros de control dependerá de la naturaleza del proceso y de las condiciones de los materiales que se manejan, así como del costo de instalación de los instrumentos que variará según la distancia a que se encuentre del equipo.

Control de desperdicio. - La mayoría de las industrias, sino -

es que todas, en la elaboración de sus procesos producen materia-  
les, indeseables, subproductos o desperdicios, que la mayor de las  
veces resultan tóxicos, contaminantes, o desagradables; por esta  
razón es necesario tratar dichos materiales antes de voltarlos al  
drenaje municipal o liberarlos a la atmósfera. Cuando se da el ca-  
so de que los desperdicios que pueden ser gases o líquidos son ino-  
fensivos se tiran directamente sin ningún tratamiento, pero esto  
es poco frecuente.

Cuando en una industria se tenga el caso de tener que tratar  
los desperdicios para hacerlos inofensivos, o aun aun, exista la  
posibilidad de transformarlos en subproductos que puedan colocarse  
en el mercado para su venta, será indispensable diseñar o planear  
una unidad de tratamiento químico de acuerdo al tipo de desperdi-  
cio y a la cantidad de material desechado, no importa si este es  
líquido, gaseoso o sólido.

La localización estará en concordancia al flujo de los mate-  
riales y a la distribución de la planta en general, así mismo la  
area contará con la disposición de los servicios auxiliares neces-  
arios y las vías de acceso para mantenimiento y limpieza del equi-  
po. La distribución del equipo sigue los mismos lineamientos que  
la distribución de una unidad de proceso.

Existen industrias en las que los desperdicios son quemados o  
tirados directamente a la tierra, en estas situaciones se ha dis-  
puesto de una area del terreno lo mas alejada de la planta, como  
sucede en las refinarias de petróleo, para evitar la inhalación de  
gases tóxicos y la cercanía del fuego en las areas de producción.

SERVICIOS ADICIONALES CON EL EQUIPO.

Inevitablemente debemos reconocer que aquí se nos presentan los tipos de servicio esencialmente importantes, relacionados con el equipo y que no deban ser pasados por alto en un plan de distribución, estos son: el mantenimiento y la distribución de líneas de servicios auxiliares.

El mantenimiento como actividad afecta la distribución según las características del equipo, el método de lubricación, limpieza y recambio, en una palabra es indispensable conocer el sistema de mantenimiento que se va a implantar como del tipo de reparaciones -- más usuales -- que se realizará, para disponer el equipo y la cantidad de espacio necesario para las máquinas; por otra parte una vez instalada una línea de distribución, esta va a afectar el mantenimiento -- en lo que se refiere a costos, por eso es tan importante considerar y analizar cuáles son las acciones de mantenimiento que se emplearán en función de la distribución para reducir al máximo los costos de limpieza y lubricación, que serán una consecuencia de la accesibilidad y la facilidad de realizar estas labores.

Ahora bien, el mantenimiento no solo incluye los trabajos de limpieza, lubricación y recambio del equipo en el lugar de trabajo o en las áreas de producción, sino que muchas veces es necesario contar con un taller de reparaciones y consecuentemente un almacén de repuestos, partes y herramientas, cuando se requiere hacer una reparación del equipo dentro de la misma planta. Por esta razón debe planearse una área cerca de la planta de producción que alojara el taller, el equipo de reparaciones, almacén de repuestos, etc., por las características de su servicio esta área es--

tará impresionablemente cerca de la area de producción, pero nunca deberá interferir el flujo de los materiales, ni las areas de producción; la forma mas común de planear esta area es utilizando los "Diagramas que relacionan actividades", los cuales veremos en la sección siguiente. Con frecuencia esta parte del trabajo se deja para el final o se puede planear simultaneamente con el trabajo de coordinación del plan final.

Así mismo, se podría añadir que la planeación y localización de las unidades siguientes de donde parten los servicios auxiliares: la planta de energía, tratamiento de agua, subestación eléctrica, cuarto de compresores y bombas de vacío, se pueden hacer simultaneamente con los talleres de servicio en la coordinación total del plan general. Por lo tanto explicaré aquí con mas extensión la distribución de líneas de servicio auxiliar, como parte esencial de la distribución de planta.

Distribución de líneas de servicio:— Una vez que se han seleccionado y calculado los diámetros y materiales para cada tubería, se comienza con la distribución o arreglo de dicha tubería que llena los siguientes requisitos:

- 1.- Instalación rápida y económica.
- 2.- Accesibilidad de operación.
- 3.- Facilidad de inspección, mantenimiento o sustitución.
- 4.- Protección del sistema de tuberías de choques físicos o térmicos.
- 5.- Fatiga y esfuerzos mínimos debido a vibraciones o temperaturas elevadas.
- 6.- Soporte y anclado adecuados, sin disminuir la accesibilidad al equipo o a la tubería.

## 7.- Cumplimiento de los códigos de seguridad.

A partir de los diagramas de flujo de cada unidad de proceso como de la planta en general, se hacen los arreglos de tubería para cada servicio. El mejor arreglo no siempre se obtiene conectando directamente una pieza de equipo a otra como aparece en tales diagramas, excepto por alguna razón particular del proceso. El empleo de modelos a escala para la distribución de líneas en la práctica muestra que los costos de diseño pueden reducirse hasta en un 40 %, y los costos de instalación de tubería de 5 a 10 % como vemos al tratar sobre los modelos a escala en la parte final de este capítulo. Así mismo, las formas de redistribuir la tubería en un plano de dos dimensiones se reducen a unas cuantas, mientras que sobre un modelo a escala, hay una multitud de formas de visualizar y de probar en unos cuantos minutos cualquier arreglo.

Los arreglos más simples se obtienen cuando el equipo está alineado en hileras paralelas o en algún otro tipo de patrón rectangular; el equipo similar o idéntico como bombas, reactores, tanques, cambiadores de calor o máquinas de operación usualmente se agrupan en hileras consecutivas.

Existen algunas reglas dictadas por la experiencia en el diseño y arreglo de las tuberías:

- 1.- Manténgase la tubería por encima del suelo si es posible. Estas líneas son más fáciles de instalar y reparar y no son atacadas por la corrosión subterránea. Las líneas enterradas son de mantenimiento complicado, ya que es difícil detectar las fugas.

- 2.- Los espacios libres necesarios deberán ser de unos 6 mts. sobre vías ferreas, unos 4.50 mts. sobre calzadas, unos 2.50 mts. sobre la superficie del terreno y unos 2 mts. sobre los pisos o las plataformas.
- 3.- La tubería que no se pueda instalar por encima de dos metros - como mínimo de espacio libre deberá colocarse al nivel del suelo o en zanjas de poca profundidad y tapadas con rejillas, para permitir el paso por encima de ellas.
- 4.- Debe evitarse colocar en lo alto tuberías de NPS menores de 1" de diámetro por razones estructurales.
- 5.- Para la tubería que se instala por debajo del suelo en zanjas se deben suministrar drenajes y barreras de fuego.
- 6.- Debe dejarse espacio libre para más tubería, ya que suele ser necesario instalar tuberías nuevas después de empezar las operaciones; proveanse las expansiones futuras de la planta siempre que sea posible.
- 7.- Debe dejarse espacio para otras tuberías, como los conductos - para las líneas de los instrumentos y los ductos eléctricos.
- 8.- Las válvulas y otros instrumentos y accesorios que van a ser - manipulados durante la operación y/o requieran mantenimiento - deberán localizarse cerca del piso y ser fácilmente accesibles.

Desde un punto de vista económico, el soporte de la tubería debe hacerse siguiendo dos principios generales:

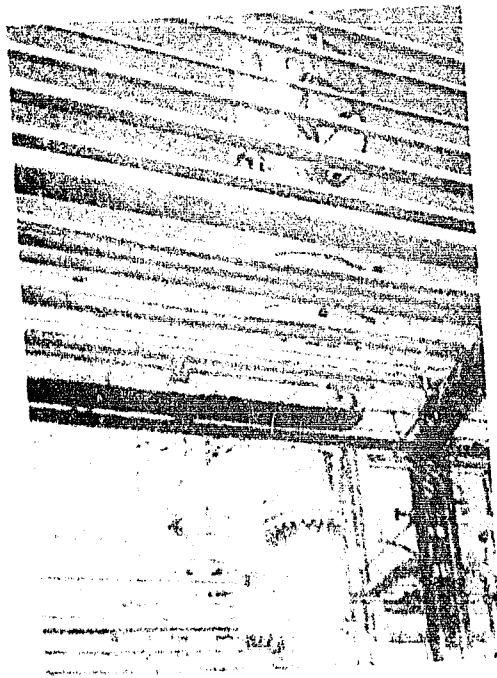
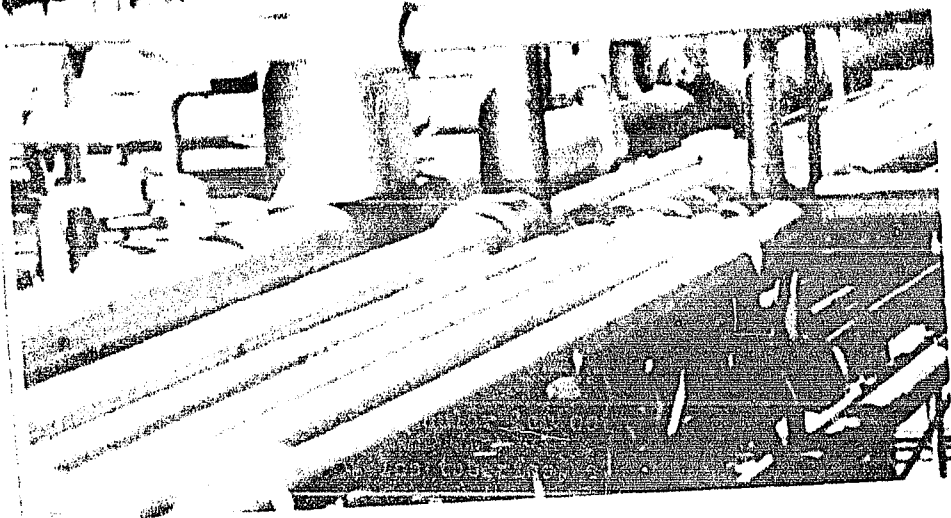
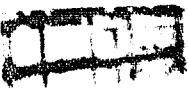
1. Agrupar las líneas para minimizar el número de estructuras necesarias de soporte.
2. Conservar y localizar las líneas cuando sea posible a puntos de soporte ya instalados como, plataformas, escaleras, etc. y -

otras estructuras.

Económicamente ambos son axiomáticos, consecuentemente tienden a reducir los costos por estructuras y soportes sin sacrificar la apariencia y el arreglo satisfactorio de la planta. De acuerdo a lo anterior podríamos esbozar algunos lineamientos generales para obtener un soporte económico de las líneas. Si un número de líneas pasan por un espacio dado en la misma dirección, preferiblemente deben colocarse en un mismo nivel o elevación (se supone que todas corren horizontalmente) y paralelas unas de otras, a paredes, columnas, o ejes de equipo. La tubería forma así los llamados -- "banks" o "racks" que son fácilmente soportados sobre una estructura común. Generalmente cualquier línea debe estar orientada fuera de su curso con el objeto de incluirla dentro del "rack". El -- costo de tubería extra y accesorios está compensado por la reducción de soportes, y por la mejor apariencia que se obtiene con un arreglo regular, que evita corridas de tubería irregular.

Cuando hay muchas tuberías que corren en una área, como en el caso de la mayoría de las plantas de proceso, el esquema más práctico, es establecer elevaciones específicas en una dirección compaginada (digamos Norte-Sur), mientras otros grupos que van en dirección transversal se coloca en otra elevación (Este-Oeste). Este -- arreglo evita interferencias y también permite futuras adiciones de tubería sin dificultad (Ver ilustración VII-2).

La decisión de soportar una línea específica o grupo de líneas sobre un edificio o estructura está basado sobre el costo relativo de tubería adicional, comparado con el costo de los soportes adicionales, esto se hace en líneas importante o muy caras, cuando es





posible obtener un ahorro en la tubería o en los soportes aun a expensas de la apariencia. Para las líneas largas es ventajoso, hacer su recorrido tan corto y directo como sea posible, de tal modo que la tubería tienda a soportarse por sí misma.

Debe mantenerse la flexibilidad necesaria para la expansión térmica sin importar la naturaleza de la restricción impuesta por los soportes. Las principales consideraciones que afectan la orientación de la tubería para un soporte favorable pueden resumirse como sigue:

1.- Los sistemas de tubería deben soportarse por sí mismas hasta donde sea posible y practicable, con los requisitos indispensables de flexibilidad.

2.- El exceso de flexibilidad puede evitarse añadiendo soportes adicionales para evitar el movimiento y la vibración; esta situación ocurre en las líneas verticales donde un solo punto de sujeción soporta el peso.

3.- Las juntas de expansión que presentan apreciables expansiones intermitentes, es preferible sujetarlas en estructuras grandes.

4.- La tubería que tiende a vibrar con facilidad, como las líneas de succión y descarga de los compresores reciprocantes, deberán colocarse independientemente de las otras líneas y sujetarse con soportes especiales.

5.- Las tuberías conectadas sobre la parte superior de tanques verticales, se soportan ventajosamente del recipiente para reducir el movimiento relativo entre soporte y tubería, así que deberá orientarse al siguiente equipo y sujetarse cerca de una conexión.

## 8.- COORDINACION DE LAS ACTIVIDADES DE PLANEACION.

En este punto del proyecto los planos y diagramas deben estar casi terminados, pero quizas no se ha considerado aún las interrelaciones entre areas de trabajo. "La carta que relaciona actividades" es una técnica que se ha encontrado útil como ayuda para señalar las existencias en la planeación de la integración de la planta.

Esta fase pudo haber sido comenzada parcialmente durante la consideración de las areas de trabajo individuales o antes, bajo el patrón de flujo general. Sino esta aún completa, entonces la actividad en cada area de trabajo, centro de producción o proceso, deberán ser integradas ahora con sus actividades relacionadas y puestas juntas en un diagrama maestro, localizandolas sobre un plano combinado de distribución y flujo. "El diagrama que relaciona actividades" es muy útil para realizar este trabajo, el cual se elabora con los datos suministrados por la "carta que relaciona actividades". El trabajo grueso de este paso pudo haberse hecho en esquemas preliminares, junto con los planes para pasos previos.

Como un medio de visualizar la forma en que se emplean, la carta y el diagrama que relacionan actividades, describiré su uso aplicandolas a un ejemplo práctico.\*

\* Los datos para este ejemplo se tomaron del libro "Chemical Engineering Plant Design" de Vilbrandt C. y Dryden E.; capítulos III y IV, de donde se recopiló toda la información referente a las especificaciones de materiales, proceso y equipo, con la cual se planeó la distribución de una planta para producir Hexaclorohexano; por ser considerable la cantidad de datos reunidos, así como los análisis y ensayos hechos para llegar a la distribución final, no se incluyen aquí mas que el planteamiento de la coordinación (sección 8, figs. 8-1 a 8-4) y el plan maestro de distribución (sección 9, figs. 9-1 y 9-2).

"La Carta que relaciona actividades" :- Como ha señalado previamente que el flujo de materiales es la base primaria para la planeación de una distribución, sin embargo la localización de las áreas de servicio relacionadas es de gran importancia. Las áreas de servicio deben ser integradas a la actividad general de la planta, de tal suerte que su localización debe ser convenientemente planeada. Así vemos que la carta que relaciona actividades es una forma ideal para planear la integración de cualquier grupo de funciones.

La carta que relaciona actividades es similar a las tablas usadas en los mapas de caminos para indicar las distancias en kilómetros, excepto que las cantidades se reemplazan por números y letras que indican cualidades. La figura 8-1 muestra una carta de relación de actividades; el siguiente código indica que actividades están relacionadas y cuán importante es la cercanía de esa relación. También hay un espacio en la mitad inferior de cada "caja" para insertar un número que representa la razón sustancial de esa cercanía, las razones cambiarán para diferentes situaciones. La lista de abajo muestra las razones más comunes:

CERCANÍA

- A - Absolutamente necesaria
- E - Especialmente importante
- I - Importante
- O - Cercanía ocasional
- U - Sin importancia
- X - Indeseable

1. Uso del mismo equipo o instalaciones
2. Uso de registros comunes
3. Comparte el mismo personal
4. Comparte el mismo espacio
5. Grado de contacto personal
6. Grado de contacto por papel
7. Secuencia del flujo de material
8. Efectúa trabajo similar
9. Polvo, ruido, humos, vibración
10. Interrupción del personal
11. Urgencia de contacto
12. Otras que pueden ser necesarias.

En la parte inferior derecha de la carta que relaciona actividades hay una columna en blanco titulada "Razón", que permite la explicación de las necesidades para cada situación específica.

En la construcción de la carta, el procedimiento es como sigue:

1. Identificar las actividades.
2. Enlistar éstas sobre la carta (poniendo las actividades de producción cerca y aparte otro grupo similar de actividades relacionadas).
3. Establecer clasificaciones (por conocimiento, cálculos, discusiones, o estudios, etc.).
4. Evaluar y colocar las letras y números correspondientes en la carta.
5. llenar con las razones especiales para el caso.

# CARTA QUE RELACIONA ACTIVIDADES

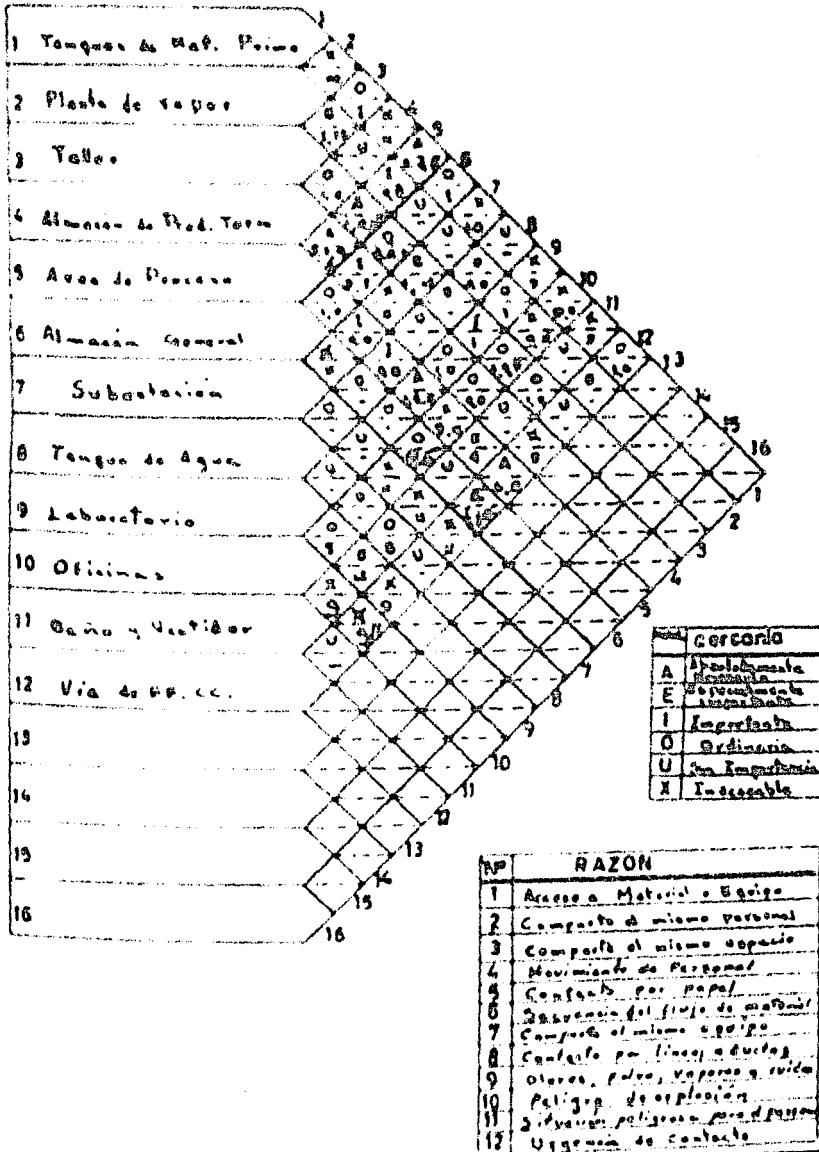


Fig. 8-1

10

Cuando la carta está completa y todas las personas interesadas están satisfechas con las clasificaciones empleadas, se puede usar como una excelente guía para la localización de las áreas de la planta, por medio del "Diagrama de localización de áreas" más tarde.

Debe notarse que el análisis hecho arriba no ha operado con el flujo detallado de la producción o el proceso, pero considera el "proceso" como una unidad de actividad. En muchos casos el "proceso" se descompone en departamentos o unidades de trabajo. Una alternativa sería incluir solo aquellas áreas de producción que están íntimamente relacionadas a otras actividades en la carta; otra alternativa es, cuando la producción no está relacionada cercanamente a las actividades de servicio, hacer una carta separada para las subdivisiones de producción.

"El Diagrama que relaciona actividades":- Este diagrama es el paso siguiente después de construir la carta, está basado en ésta última y es el primer ensayo para representar realmente actividades individuales por "espacios", aunque solamente como bloques adimensionales. El diagrama que relaciona actividades es en realidad un diagrama de bloques que indica una relación aproximada y puede mostrar el área de "proceso" como un simple bloque. Este diagrama se construye como sigue:

1. Se escribe en cada bloque el nombre de la actividad siguiendo el orden numérico de la carta.
2. Se indica con una letra (A, B, I, O, U, X) el grado de cercanía con otras áreas, usando las esquinas de los bloques.

### DIAGRAMA DE BLOQUES QUE RELACIONA ACTIVIDADES

A-1 E-1	A-2 E-2	A-3 E-3	A-4 E-4
1 Instalación de tuberías de agua	2 Instalación de tuberías de gas	3 Instalación de tuberías de drenaje	4 Instalación de tuberías de drenaje
1-1 0-1	1-2 0-2	1-3 0-3	1-4 0-4
5 Instalación de tuberías de drenaje	6 Instalación de tuberías de drenaje	7 Instalación de tuberías de drenaje	8 Instalación de tuberías de drenaje
1-5 0-5	1-6 0-6	1-7 0-7	1-8 0-8
9 Instalación de tuberías de drenaje	10 Instalación de tuberías de drenaje	11 Instalación de tuberías de drenaje	12 Instalación de tuberías de drenaje
1-9 0-9	1-10 0-10	1-11 0-11	1-12 0-12
13	14	15	16

# DIAGRAMA DE BLOQUES QUE RELACIONA ACTIVIDADES

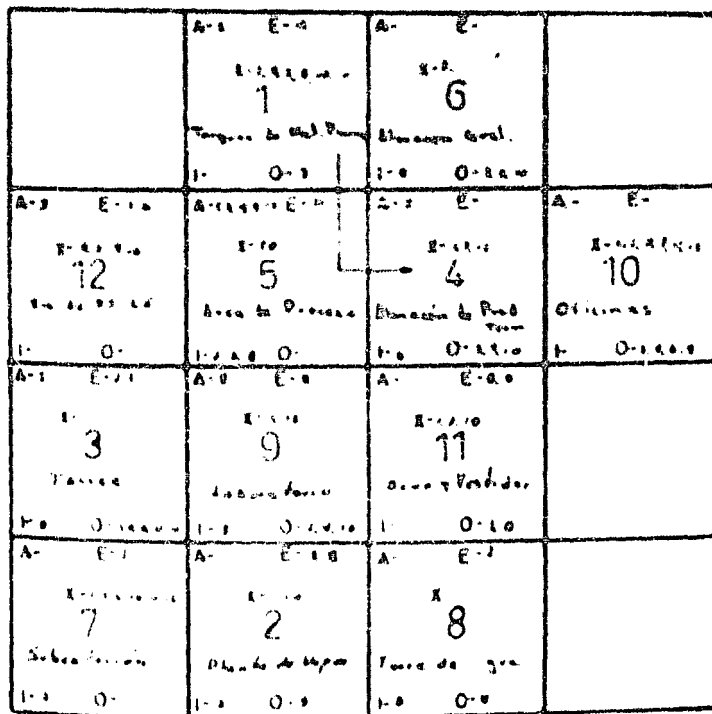


FIG. 8-3A



después a las áreas grandes.

"El Diagrama una Relación Matemática"- Este añade los requerimientos de espacio estimado al concepto de relación de actividades, y nos conduce a un paso más cercano a la distribución de planta final. Antes de hacer la unión de estas dos etapas es necesario determinar el área para cada actividad implicada en el proyecto de distribución. La determinación del área para cada actividad, ya fue discutida en las secciones anteriores dedicadas a las áreas de proceso, almacenamiento y servicio, de cualquier forma los espacios aun no estimados, pueden calcularse o estimarse en este punto del proceso de planificación.

\* Así tenemos que para nuestro ejemplo, después de seguir el procedimiento paso por paso y hacer un análisis de los requerimientos de espacio, de acuerdo con el tipo de materiales, proceso, almacenamiento y servicio, se llegó a determinar las siguientes cantidades para cada unidad:

1. Tanques de materia prima	120 mts <sup>2</sup>
2. Planta de generación de vapor	75 "
3. Taller de mantenimiento	20 "
4. Almacén de producto terminado	70 "
5. Área de proceso	220 "
6. Almacén general	175 "
7. Subestación eléctrica	25 "
8. Tanque de almacenamiento de agua	25 "
9. Laboratorio	24 "
10. Oficinas generales	190 "
11. Baño y vestidor	12 "
	<hr/> 956 mts.

El siguiente paso es cortar plantillas con estas dimensiones a escala y arreglarlas siguiendo la disposición de la fig. 8-3A, - por supuesto que esto requerirá de algunas consideraciones finales y tal vez sea necesario hacer algunos cambios en la forma y el tamaño de las áreas al construir el plan maestro de distribución final. El diagrama que relaciona espacios podría parecer como en la figura 8-4 que comparado con el plano general de distribución 9-1, se notará que hay algunas diferencias sustanciales.

Dependiendo muchas veces de la forma del bloque que se haya - elegido, se podrán obtener diferentes arreglos, sin embargo se encuentra siempre una distribución ideal de localización para todas las áreas, y sobre esta base se hacen las modificaciones posteriores al planear los detalles finales del plan maestro de distribución.

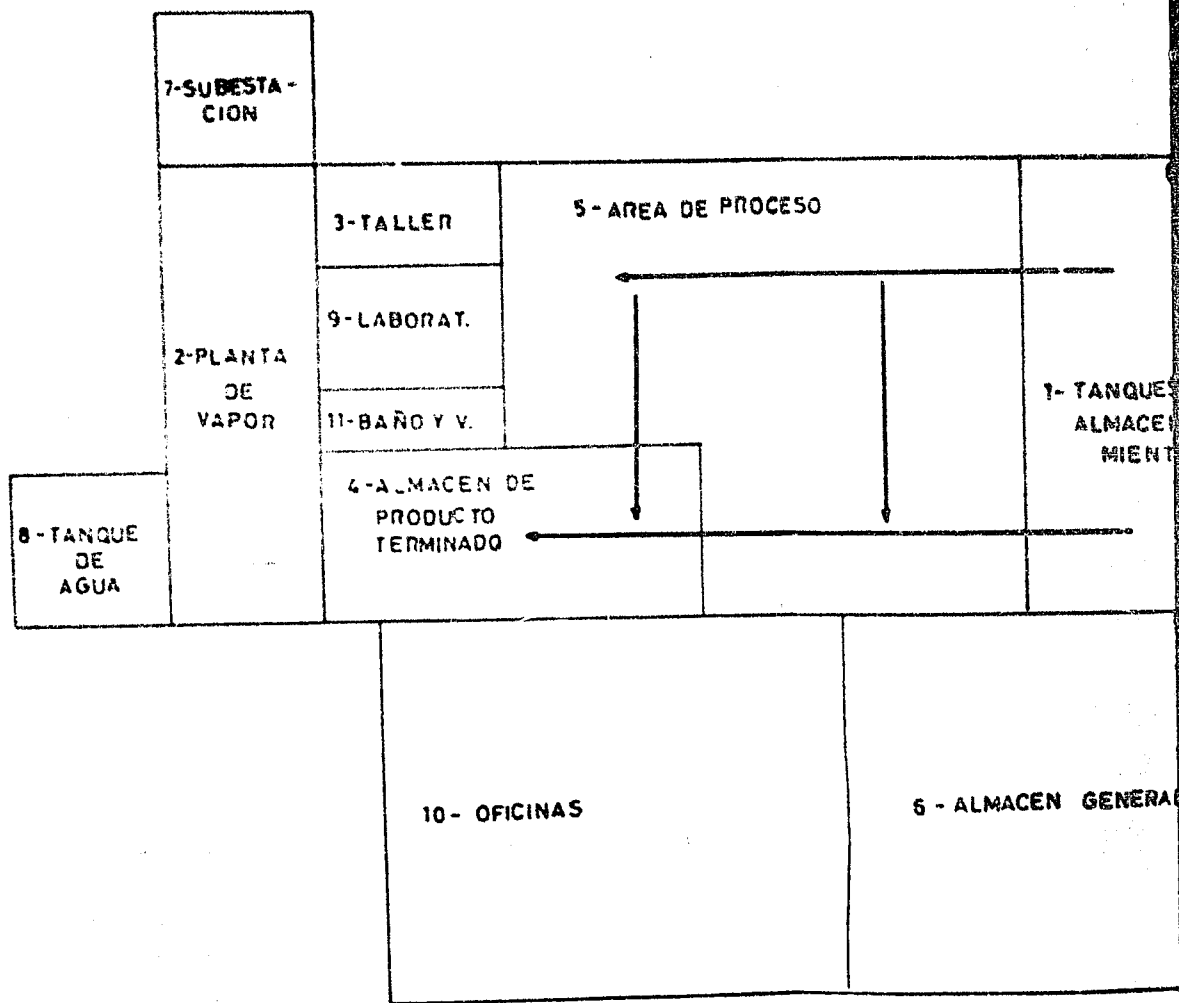


Fig. 8-4 Diagrama que relaciona espacios.

## 9.- EL PLAN MAESTRO DE DISTRIBUCIÓN.

Este paso es la consumación del trabajo detallado que se ha hecho en los pasos 1 a 8, y de su cuidadosa planeación dependerá que el plan final resulte relativamente fácil de construir. Sin embargo hay que evitar que pudieran quedar algunas decisiones importantes o detalles pendientes.

El objetivo general en este punto, es la coordinación de todas las actividades de planeación y la transferencia de todos los planos hechos en pasos previos en un plan maestro de distribución, no obstante al comenzar la distribución final, hay unos cuantos factores importantes que deben considerarse.

Relación entre la distribución y el terreno: Antes de construir la planta realmente, hay varias relaciones que deben considerarse entre la construcción propiamente dicha y el terreno sobre el cual estará colocada. La primera de ellas es el tamaño del terreno, por lo general una buena relación entre el terreno y la instalación es usar un sitio tres o cuatro veces mayor que la construcción inicial; esto es que para una instalación de unos 1000 mts<sup>2</sup>. (la cantidad de espacio necesario en nuestro ejemplo) necesitaremos unos 3000 a -- 4000 mts<sup>2</sup>. como terreno total, tal vez esto podrá parecer una relación alta, pero debe recordarse que se requiere area para el acceso de transportes públicos, estacionamientos, escapes de ferrocarril en algunos casos y por último la expansión de la planta que por lo menos debe considerarse en un 100 % .

La ubicación de los caminos y carreteras particularmente para el acceso de materias primas y salida de productos, debe también revisarse en este punto, ya que afectará la orientación del edificio

y de la distribución, esto fue considerado en la sección cinco del procedimiento que trata sobre la localización de las áreas de recepción y embarque.

El espacio requerido por la distribución, como su forma tentativa, debe ser considerado en relación con la forma del sitio elegido; estos dos factores serán importantes al decidir la orientación de la construcción sobre el terreno. Usualmente el edificio o la instalación debe estar cerca de una esquina o centrada sobre un lado del terreno; esto dependerá por supuesto de los planes para la expansión y las direcciones propuestas para la expansión planeada (ver fig. 4-2).

La orientación de la planta con respecto a los puntos cardinales también puede estar influenciada por, la luz, calor, o vientos dominantes en la región (deseables o indeseables). Podría decirse que generalmente el eje principal de la planta corre de Este a Oeste para permitir el máximo uso de la luz del norte, y evitar el resplandor solar del Oeste.

Espaciamiento de columnas: En la construcción se requiere necesariamente de columnas o postes para sostener los techos y/o proveer los soportes necesarios al equipo que va elevado. En gran cantidad de industrias los espacios entre columnas varía dependiendo de la función de éstas, algunas dejan claros muy grandes, por supuesto que son necesarios dependiendo del tipo de equipo y trabajo que se hace; en general es deseable dejar espacios amplios para mayor economía y flexibilidad de expansión en el futuro. Pero en la realidad los espaciamientos entre columnas varían entre 6 y 16 me-

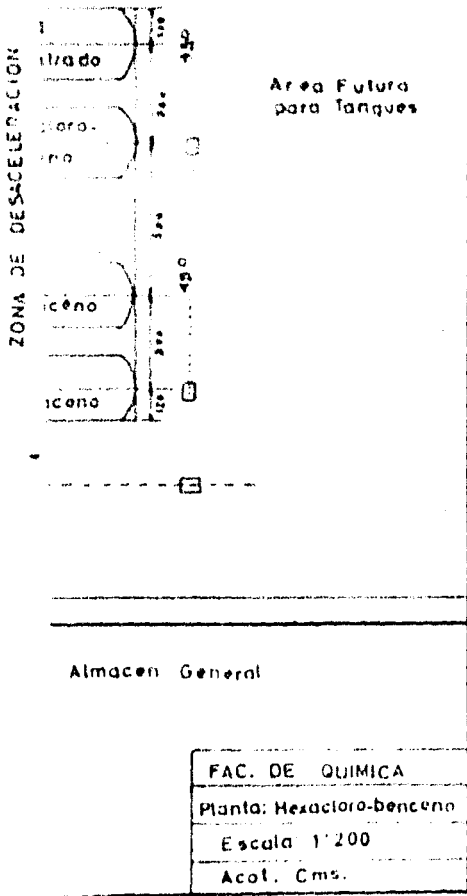
trou general ente; las distancias reales se determinan mejor cotejando los trabajos "estándar" de miembros estructurales que se fabrican en la industria.

Distribución Final de la Planta.— Los planos 9-1 y 9-2 representan la distribución final de una planta de  $2501_6$  después de varias etapas de planeación a partir de la figura 8-4. La planta ubicada en este ejemplo junto con sus áreas de servicio, está propagada sobre un terreno rectangular de  $3000 \text{ mts}^2$ . La construcción inicial se estimó en  $967 \text{ mts}^2$ , dando una relación de áreas de 3.1 y orientada de Norte a Sur con una área lateral al Este para permitir una relativa expansión.

Cuenta con un estacionamiento interior, un camino central y dos transversales que permiten a cualquier transporte llegar a todos los puntos de la planta. Además está provisto de un ramal de vía en forma de herradura, con capacidad para tres carros tanques y una máquina de patio.

El área de proceso está dividida en cuatro niveles para alojar en una sola unidad el equipo de producción; en el nivel superior se encuentran localizados dos reactores (uno para operación y otro auxiliar) a donde se envía, el cloro por evaporación y el agua y el benceno por bombeo. El material procesado baja por gravedad a los otros niveles y finalmente, a un par de silos instalados en la parte superior del almacén de producto terminado, donde se está empacando el HCl en fibro-tanbores; el área es suficiente para almacenar dos semanas de producción.

CARRETERA



CARRERA

ZONA DE DESACELERACION

Ladero del FF.CC.

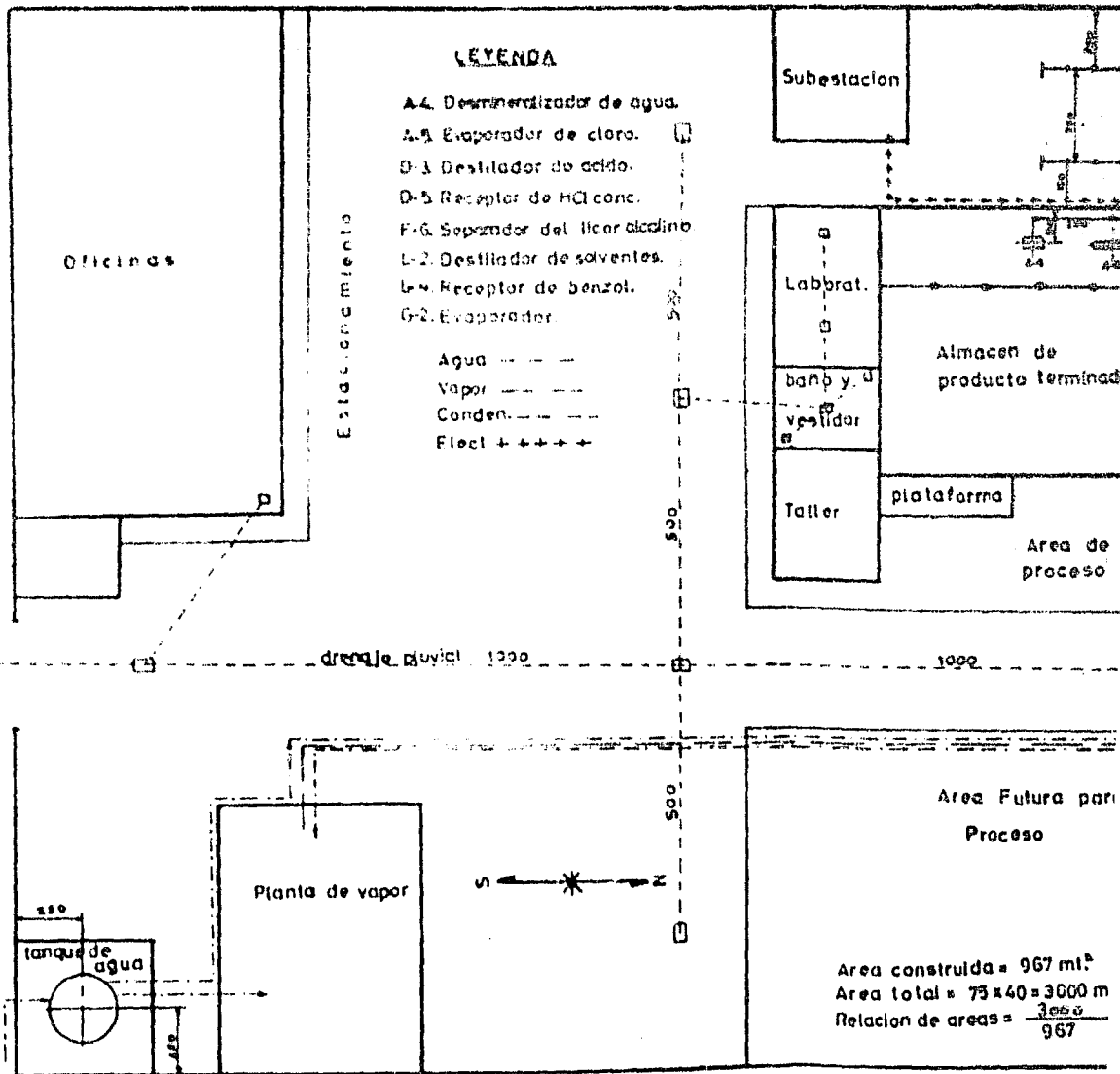
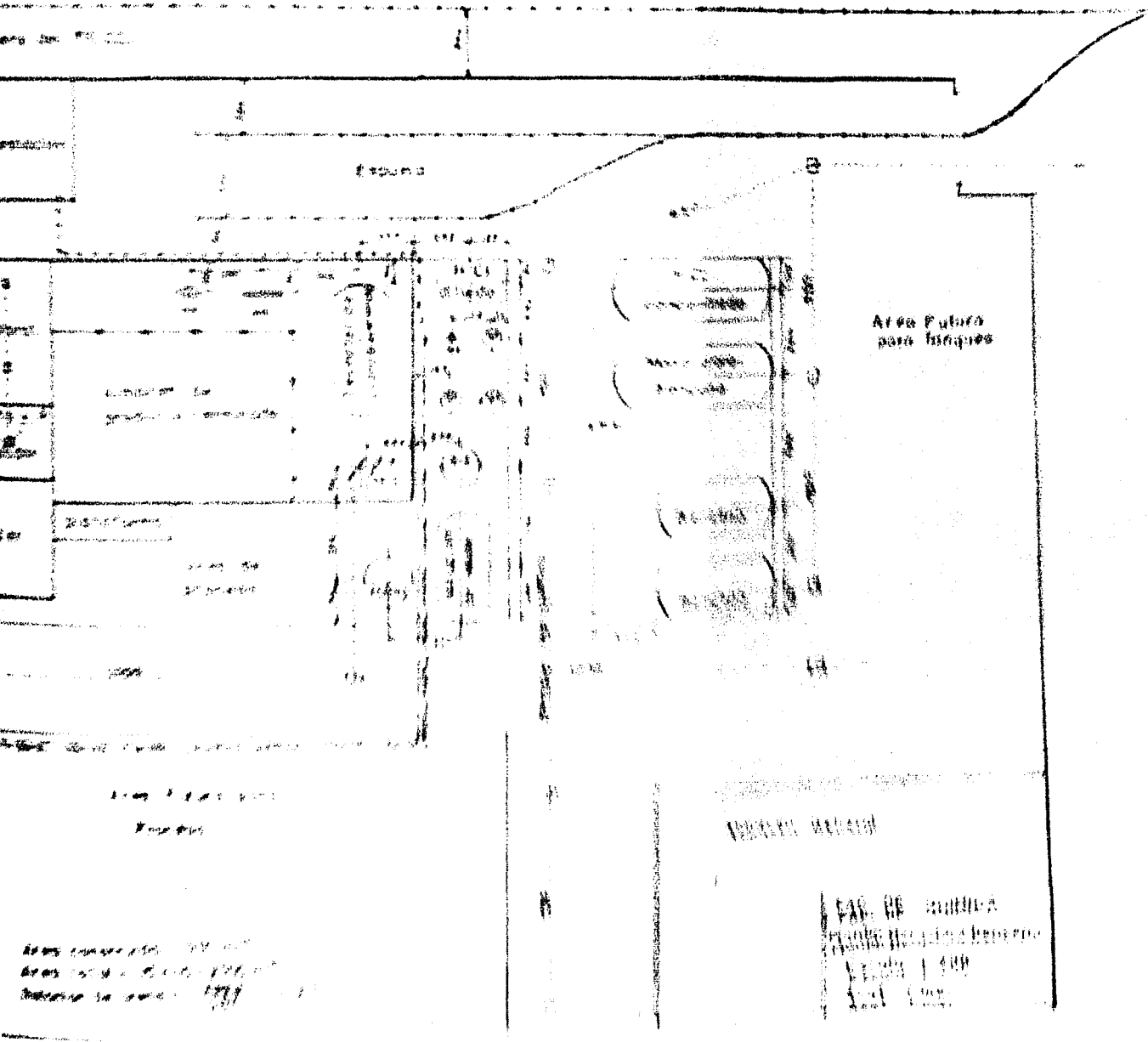


Fig. 9-1



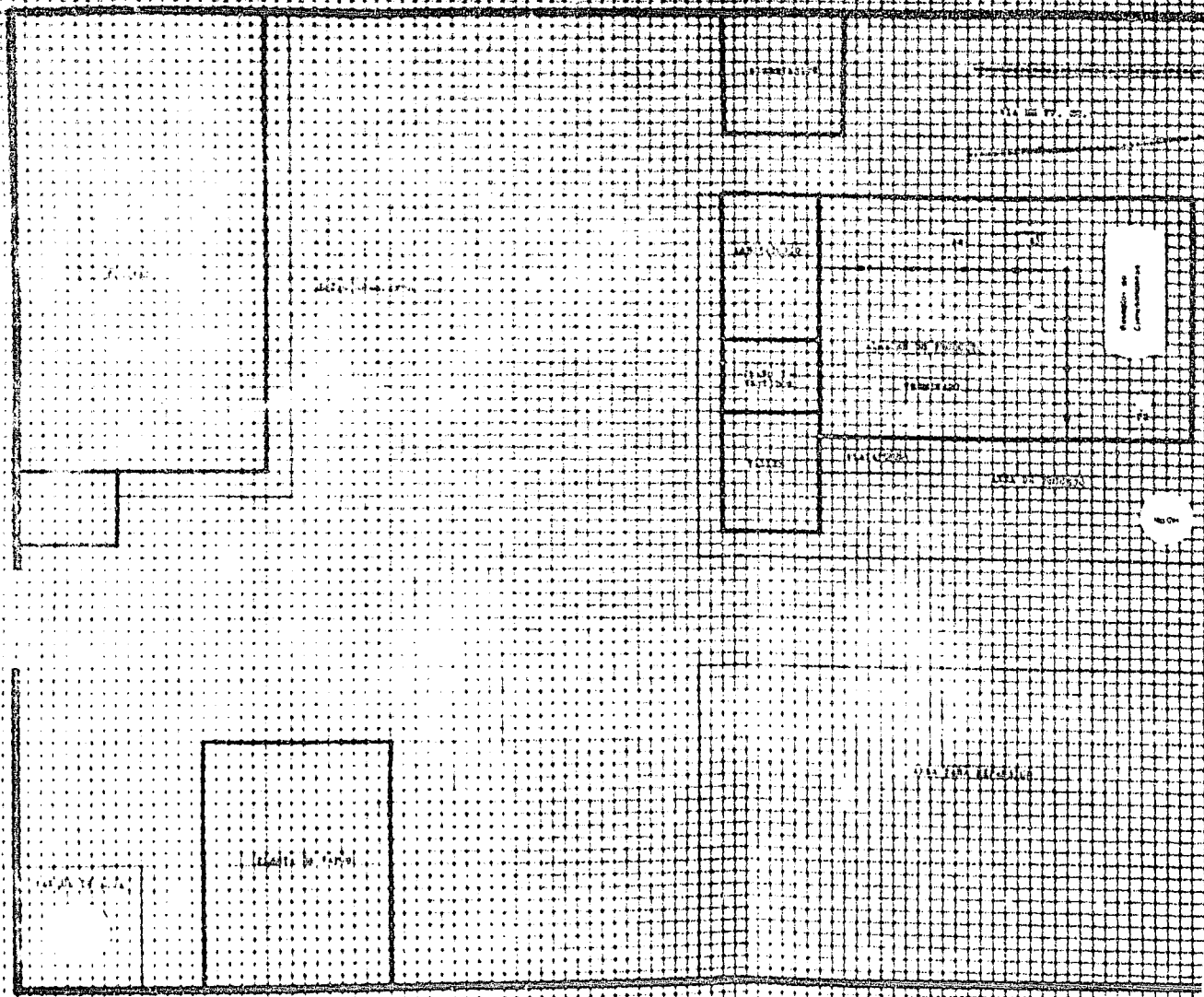


Espina

Area Futura para Iniques

CAS. DE ...  
...  
...  
...

...  
...  
...



ROOM 11 (11' x 11')

ROOM 12 (11' x 11')

ROOM 13 (11' x 11')

ROOM 14 (11' x 11')

ROOM 15 (11' x 11')

ROOM 16 (11' x 11')

ROOM 17 (11' x 11')

ROOM 18 (11' x 11')

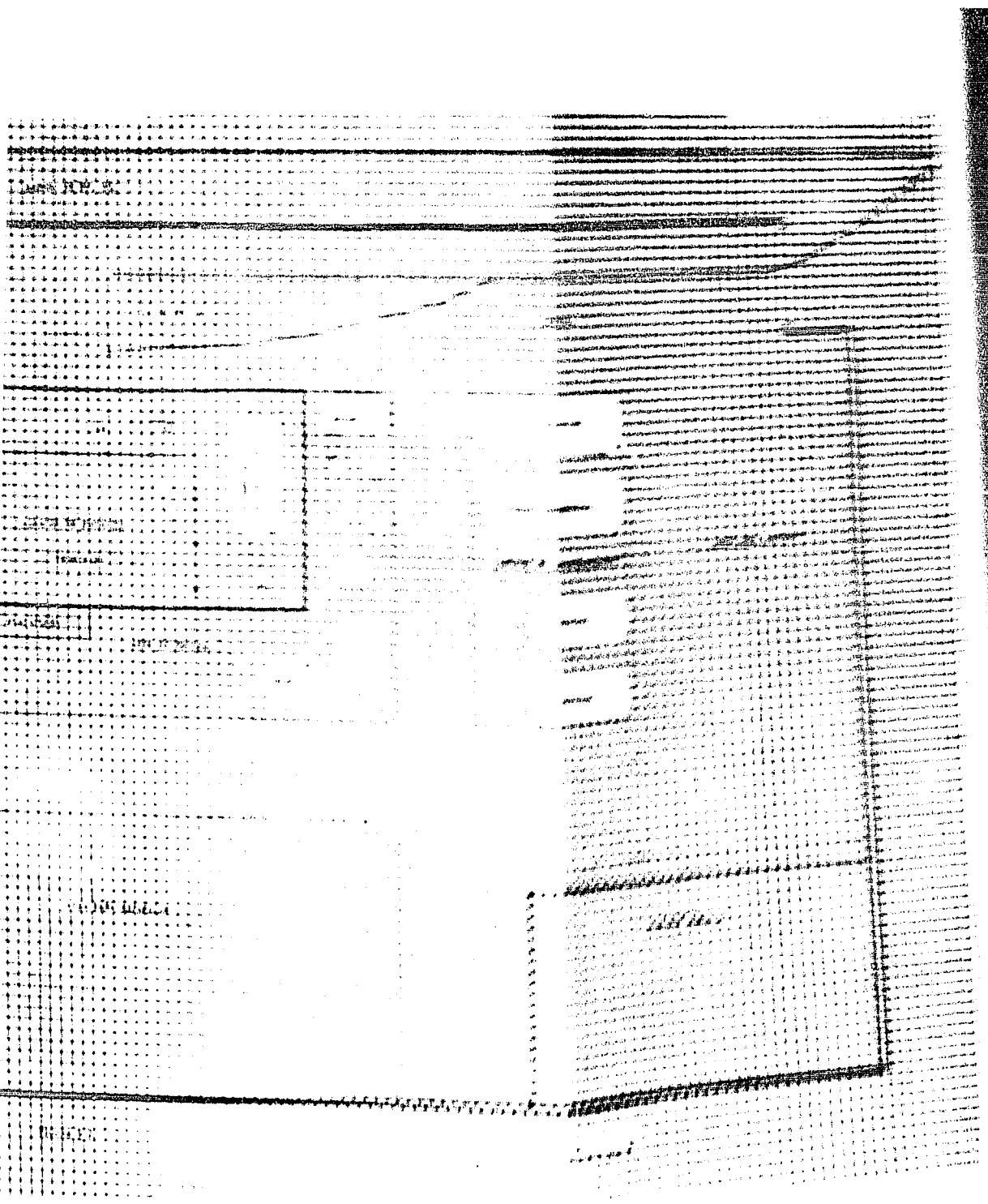
RESTROOM

ROOM 19 (11' x 11')

ROOM 20 (11' x 11')

ROOM 21 (11' x 11')

ROOM 22 (11' x 11')



El material rechazado en el neutralizador después de la reacción se separa en el tanque P-6 el cual tiene salidas conectadas al drenaje pluvial y al drenaje químico, que se pueden utilizar indistintamente durante la operación o en caso de limpieza.

El cloro llega por carro-tanque a la planta y se alimenta directamente al evaporador de cloro A-5 situado en el área de proceso, el benceno que puede llegar por carro-tanque también o por tubería desde una planta cercana se almacena en tanques horizontales suficientes para dos semanas de producción mas un carro-tanque. El NaOH llega empacado en sacos o tambores por camión y descargado directamente al almacén general, y de ahí se translada al tanque disolvente de NaOH sin demasiados movimientos. Los subproductos: ácido clorhídrico al 36 % y monoclorobenceno pueden ser embalsados por vía o carretera directamente de sus depósitos.

El agua suministrada de la red municipal se emplea para proceso, enfriamiento y vapor; ésta se almacena en un tanque esférico de 8350 litros de capacidad situado al frente del terreno, de donde se envía parte a la planta de vapor y otra parte al desmineralizador A-4 dentro del área de proceso.

Conclusiones: El plano general 9-1 es un claro ejemplo de una buena distribución para un proyecto de planta, logrado a través de la sucesiva comparación de las ventajas que se obtendrían con cada distribución planteada desde diferentes aspectos de diseño.

La distribución mostrada destacó una mayoría de ventajas de acuerdo a los siguientes aspectos:

- 1.- General.
- 2.- Flujo de los materiales.
- 3.- Facilidad de expansión.
- 4.- Utilización de espacio.
- 5.- Arreglos de almacenamiento.
- 6.- Localización de servicios.
- 7.- Seguridad.

Es lógico pensar que a partir de ésta se puede obtener otra - distribución mejor, de acuerdo con los anteriores aspectos además de otros, como podrían ser: Economía de la construcción, costos de tubería y ductos de servicio, terreno, estacionamiento, iluminación, facilidad de mantenimiento, etc.; esto requerirá por supuesto, un estudio mas exhaustivo, que elevaría el costo del proyecto y aumentaría el tiempo dedicado para dicho fin.

## CAPITULO IV

### MÉTODOS DE REPRESENTAR UNA DISTRIBUCION

Hay cuatro métodos comunes de construir o representar la distribución final:

1. Trazada sobre papel de la manera convencional.
2. Construida con plantillas bidimensionales (a escala, representando la forma y tamaño de cada pieza de equipo), montadas sobre una base apropiada o sobre papel "Mylar".
3. Construida con modelos a escala de tres dimensiones en lugar de plantillas.
4. O una combinación de modelos a escala y plantillas.

En general el método seleccionado para un proyecto específico debe basarse sobre las características de cada método, como se muestra en la tabla IX-1. Los métodos comparados son:

- I. Dibujos convencionales de dos dimensiones, fig. 9-1
- II. Plantillas reproducibles de dos dimensiones, fig. 9-2
- III. Modelos a escala de tres dimensiones, fig. 9-3
- IV. Una combinación de II y III.

La conclusión probable de construir modelos a escala es preferible cuando su costo se justifique, por tanto describiré aquí la

TABLA IX - 1

Características	Dibujos convencionales de 2-Dimen. I.	Plantillas reproducibles de 2-Dimen. II.	Modelos a escala de 3-Dimensiones. III.	Combinación de II y III IV.
Materiales	Papel o cartoncillo pegado sobre una base de madera u otro material.	Papel "Mylar" cuadrado o blanco, cintas y plantillas.	Modelos a escala de todo el equipo, edificio, tuberías, etc.	Una combinación de II y III.
Características de diseño y construcción.	Dibujos o plantillas hechos en papel o cartoncillo.	Plantillas hechas en plástico o mica transparente, fácilmente reproducibles.	Construidos a escala en 3 dimensiones, hechos de Lucite, Plexiglas o fundidos en metal ligero, o una combinación de los tres ant.	Una combinación de II y III.
Valor de Ingeniería.	Practicamente ninguno debido a probables inexactitudes.	Bueno, para personal entrenado, e ingenieros; exacto y detallado	Mejor, dado que la tercera dimensión ayuda a localizar la distribución real y permite la fácil interpretación a cualquier persona.	Much. mejor porque combina las características de II y III.
Costo relativo	Tiempo de ingeniería para checar, tiempo de los dibujantes para trazar y reproducir. Se estima un costo de 20 pesos/hr. Probablemente el mas caro de los cuatro métodos.	El papel, las cintas y algunas plantillas se obtienen comercialmente. Se estima aproximadamente en 1.25 mt <sup>2</sup> . de construcción representada a una escala de 1 : 50.	El costo promedio sería \$7.25 por mt <sup>2</sup> . de construcción real para una escala de 1:50 .	La combinación de II y III costaría \$ 8.50 por mt <sup>2</sup> . de construcción real representada.
Ventajas.	- Ninguna	- Una distribución precisa y detallada. - Requiere menor tiempo para hacerse que el I - Sirve como un plano permanente. - Se pueden obtener copias fácilmente.	- Se arregla fácilmente para estudiar planos de distribución alternativos. - Muestra detalles y espacios verticalmente. - Asegura una localización mas correcta de cada pieza de equipo. - Ahorra movimiento de equipo después de la instalación. - El modelo se puede usar después de construída la planta.	

Ventajas.		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Las plantillas especiales, se construyen fácilmente.</li> <li>-Facilita los dibujos.</li> <li>-Pueden almacenarse con facilidad en varios arrollos o desdoblarse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Detecta errores en el diseño.</li> <li>-Permite un estudio preciso de los requerimientos de mano de obra.</li> <li>-Facilita el estudio de áreas congestadas.</li> <li>-Permite, esencialmente desde muy tempranamente, probar, armar, tuercas, tuercas, etc.</li> <li>-Permite a personal no técnico, estudiar y evaluar la distribución.</li> </ul>
Desventajas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Difícil de visualizar.</li> <li>-Los arroyos alternativos tienen que ser dibujados nuevamente.</li> <li>-Ocurre considerable tiempo.</li> <li>-Caro.</li> <li>-Inexacto.</li> <li>-Puede provocar errores y discrepancias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Las dimensiones verticales son difíciles de visualizar.</li> <li>-La distribución de la carga a veces no se representa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Difícil de obtener copias.</li> <li>-No incluye una información tan detallada como un plano.</li> <li>-El costo es mayor que en el método II.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tiene el costo inicial muy alto de los tres métodos (II, III, IV).</li> <li>-Pero probablemente menor que el método I.</li> </ul>



construcción de los modelos a escala para tener una idea de las ventajas que se podrían obtener, en el caso de emplear un modelo a escala para representar una distribución.

### MODELOS A ESCALA

Ciertamente un modelo puede comenzarse en cualquier momento del trabajo de distribución, ya sea durante el diseño o aun después de que el diseño está terminado.

El modelo que se construye después de que el diseño está terminado, se denomina modelo de entrenamiento y se emplea para familiarizar a los operadores nuevos con el proceso de la planta; éste podría ser útil si está completo a tiempo para la erección de la planta.

El costo de los modelos de entrenamiento es aproximadamente de 0.1 % de la inversión de la planta y su justificación se basa generalmente en el entrenamiento de los operadores. Se construye a partir de los planos revisados; que cuando se hace una buena revisión se encontrarán pocos errores, pero si el modelo detecta serios errores, estos deben ser corregidos. Los errores pequeños no se corrigen, ya que esto retrasaría la construcción de la planta, por lo general los inversionistas prefieren pasar por alto estos pequeños errores que retrasar la construcción.

El modelo de entrenamiento tiene de este modo un valor de diseño limitado, pero el "Modelo de Ingeniería" (hecho simultáneamente con los diagramas y planos de distribución), puede ser de considerable valor para la construcción. El modelo de Ingeniería no solo detecta los errores de la distribución a tiempo sino que tam-

bien a prevenir errores que pudieran pasar desapercibidos en el diseño de la distribución. Estos modelos cuestan aproximadamente el doble que los modelos de entrenamiento, debido a que se emplea más tiempo en su construcción, pues deben ser revisados constantemente.

Primer paso en la construcción de los Modelos a Escala. Preliminarmente se construye un modelo a partir de los datos de los diagramas de flujo. Este consiste de estructura falsa y equipo movable. Las columnas y las elevaciones del piso pueden cambiarse fácilmente, - las escaleras, plataformas, ductos de servicio, tuberías principales se colocan rápidamente pegándolas con cinta adhesiva. El modelo se usa para establecer el arreglo óptimo de equipo y afinar la construcción.

En el siguiente paso se construye otro modelo (sin esperar -- detalles de estructuras o equipos), a partir de la distribución -- hecha sobre el primer modelo, pero el arreglo es aún flexible en esta etapa del trabajo, y el equipo sobre el modelo básico es aun movable. Después se revisa el modelo allí mismo si los diseños de estructuras y equipo lo exigen. El diseño de este modelo se hace -- sobre una base de madera cubierta con papel cuadriculado, usado como escala; generalmente se emplea cuadrícula de 5 mm.

El tercer paso implica el diseño de tubería, los datos se obtienen de los diagramas de flujo, todos los tubos, las válvulas y los instrumentos deben mostrarse. Los tubos se representan con cables de cobre, cada uno conteniendo varios discos para indicar el diámetro exterior (incluyendo el aislamiento). Los diagramas de tubería no se trazan hasta después que el modelo ha sido revisado para operación, mantenimiento y construcción; los discos de tubo-

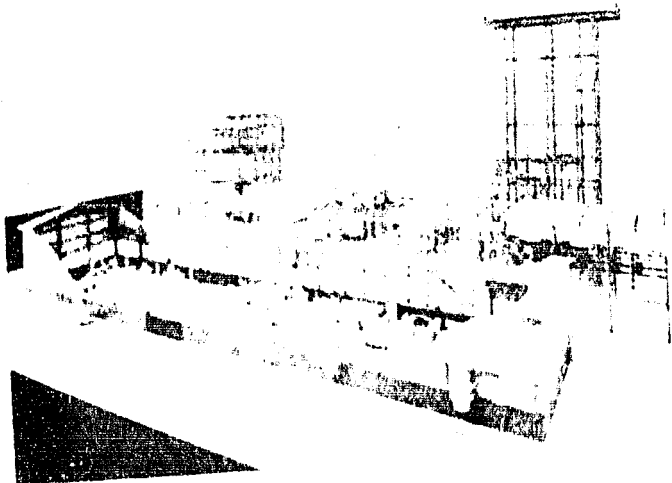
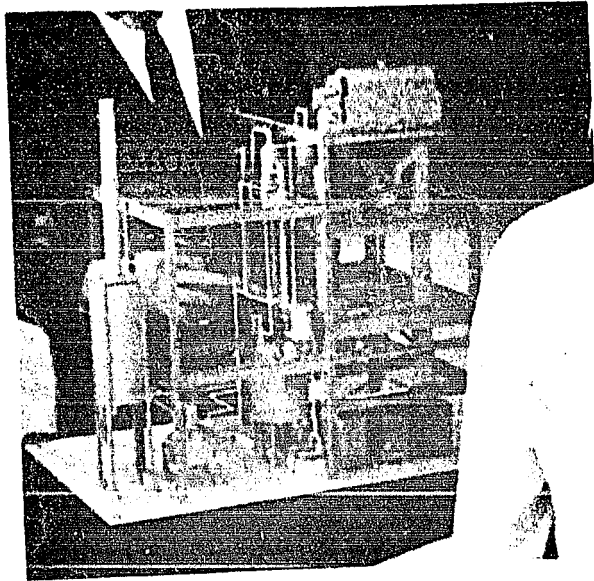


Figura 9-3

ría son mucho mas baratos puesto que simplemente son copiados del modelo.

En el cuarto paso, se quitan los alambres del modelo, y a partir de los diagramas de tubería se instala ésta a escala. Esta operación sirve para cerciorarse que los diagramas estan correctos, la tubería entonces se codifica, rojo para vapor, verde para agua, etc.

En el quinto paso el modelo se envia a los constructores, donde se utiliza para planear las etapas de construcción, tiempo de terminación, y para que los contratistas preparen sus presupuestos.

Por último, una vez que la planta ha sido terminada y puesta en marcha, se le emplea en el departamento de manufactura para el entrenamiento de personal, mantenimiento y la supervisión.

Es muy común tomar fotografías del modelo terminado desde muchos ángulos con el fin de proporcionar a los constructores una perspectiva mas amplia, de como deberán instalar el equipo y la seguridad de conocer los detalles de tubería y conexiones entre diferentes partes de equipo.

## CONCLUSIONES

Mencionaré como corolario de este trabajo, una lista de ventajas que se obtienen cuando el diseño de la distribución se ha planeado correctamente.

1.- Se obtiene un ahorro de espacio.

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

2.- Se reduce el manejo de materiales.

Al reagrupar el equipo por procesos y operaciones, se acortan las distancias.

3.- Se utiliza mejor el equipo, la mano de obra y los servicios.

Si la mano de obra es costosa se emplea mejor su tiempo.  
Si la mano de obra es barata pero el equipo y los materiales son costosos, hay mejor aprovechamiento de estos.

4.- Se obtiene una vigilancia mejor y más fácil.

Se aumenta el área de visión, necesitando los operadores moverse menos para supervisar la operación.

5.- Se facilita la expansión.

Al prever las ampliaciones o los aumentos de la demanda, se eliminan los inconvenientes de la expansión.

5.- Se facilita el mantenimiento del equipo.

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

7.- Se reducen los riesgos de accidentes.

Al eliminar pasillos inseguros, lugares peligrosos, insalubres, mala ventilación, etc.

8.- Se obtiene un mejor aspecto de las zonas de trabajo.

Mejorando la impresión que reciben los visitantes a la planta, y obtiene un efecto psicológico muy favorable entre el personal.

En una palabra podemos decir, que la preparación de un plan de distribución es la función mas importante en el diseño de una planta de proceso. La clave para una buena operación, una construcción económica y un mantenimiento eficiente.

---

BIBLIOGRAPHIA

LIBROS

- Apple J. M., Plant Layout and Material Handling, The Ronald Press Co., New York, 1963.
- Muther, R. Practical Plant Layout. Mc Graw-Hill Book Co., Inc., 1955.
- Ferry, J.H. Chemical Engineer' Handbook. Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1961.
- Rase, H.F. and Barrow, M.H. Project Engineering of Process Plant. - John Wiley & Sons, Inc., New York, 1957.
- Vilbrandt, P.C. and Dryden, C.L. Chemical Engineering Plant Design. Mc Graw-Hill Book Co., Inc., New York, 1959.
- The M.J. Kellogg Company. Design of Piping Systems. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1961.

REVISTAS

- Bowen, H.J. "Scale Models", Chemical Engineer, Vol. 61, Ago. 1954, pp. 176-82.
- O'Donell, J.P. "How Flowsheets Communicate Engineering Information" Chemical Engineering, Vol. 64, Sept. 1957, pp. 254-58.

Paton, B.L. "Do Models Pay Out?", Petroleum Refiner, Vol. 35, Num  
11, Nov. 1956, pp. 161-64.

Robertson, J.M. "Design for Expansion, Part 2: Engineering Optimi  
zation", Chemical Engineering, Vol. 75, May. 6, 1968, pp. 187-3

Rafols, J. "Beneficio de Minerales de Sulfato Sódico", Ingeniería  
Química, Num, 81, Abr. 1963, pp. 28.