

### 10.1 Introducción

Realizar un correcto Lay-Out de planta tiene los siguientes beneficios: reduce al mínimo posible los costos no productivos, como el manejo de materiales y el almacenamiento, mientras que permite aprovechar al máximo la eficiencia de los trabajadores logrando las condiciones óptimas de seguridad y bienestar.

El Lay-out de planta no sólo consiste en encontrar la distribución ideal de la planta sino también calcular las áreas correspondientes a cada departamento.

La distribución ideal consiste en: minimizar distancias de recorrido, maximizar la seguridad y bienestar para el trabajador, y obtener flexibilidad para ajustarse a los cambios.

En lo que respecta al cálculo de las áreas de los distintos departamentos, existen bases de cálculos basadas en las características de cada sector.

Si bien la distribución del área productiva es muy compacta, el terreno no deja muchas posibilidades de ampliación de la capacidad productiva de la planta. Esto es porque el emplazamiento industrial se instala en el lote disponible en el Parque Industrial de Pilar, lindero al proveedor de la mayoría de las materias prima y cuyas dimensiones están acotadas por otras industrias ya instaladas.

No obstante eso; se pensó que, en caso de tener que ampliar las instalaciones productivas, se recurrirá al espacio disponible generado de mudar el laboratorio, el almacén, la oficina de producción y el comedor de planta al piso superior por sobre el taller de mantenimiento y los vestuarios.

El área libre que quedaría luego de mudar estos locales sería de unos 550 m<sup>2</sup>; área similar al área productiva techada existente. De ampliarse el proceso productivo, se deberían agregar solamente algunos equipos, tales como reactores de formación de isocianurato de sodio, reactores de cloración, filtros secadores de producto final y una planta de tratamiento de efluentes líquidos nueva y de mayores dimensiones. En el lugar vacío que dejaría la planta de tratamiento de efluentes líquidos existente, se colocarían dos tanques más de almacenamiento de hipoclorito de sodio.

En el caso de presentarse la situación de falta de espacio de almacenamiento de producto terminado TCCA, se evaluará el alquilar un depósito de las dimensiones adecuadas a tal fin.

### 10.2 Distribución de la planta

Podemos diferenciar dos tipos de distribuciones:

## Distribución de los equipos en Planta

---

a) Distribución por producto: reducir al máximo posible el costo del manejo de materiales, ajustando el tamaño y modificando la localización de los departamentos de acuerdo con el volumen y la cantidad de flujo de los productos.

b) Distribución por procesos: aprovechar al máximo la efectividad del trabajador agrupando el trabajo secuencial en módulos de trabajo que producen una alta utilización de la mano de obra y del equipo, con un mínimo de tiempo ocioso.

Debido al tamaño relativamente chico de nuestra planta (pequeño volumen de producción) decidimos realizar nuestra distribución orientada a los procesos.

A continuación, se listan las áreas que existirán en la empresa:

- A. Producción
- B. Depósito de materia Prima
- C. Depósito de Producto Terminado (TCCA)
- D. Depósito de Producto Terminado y zona de carga (Hipoclorito)
- E. Vestuarios
- F. Administración
- G. Estacionamiento
- H. Taller de Mantenimiento
- I. Sala de control
- J. Laboratorio
- K. Almacenes
- L. Comedor
- M. Oficina de Producción

La planta cuenta con un área techada y un área descubierta del proceso productivo. Tanto el depósito de materias primas como el de producto terminado TCCA son áreas techadas y acondicionadas para el almacenaje de los big bags de materia prima y los cuñetes de producto terminado.

Dentro del área techada se encuentran las siguientes áreas:

- La dilución de soda cáustica
- La preparación del isocianurato de sodio
- El sistema de agua de calefacción
- Los reactores de cloración para formación del TCCA
- Los tres filtros secadores

## Distribución de los equipos en Planta

---

- La zona de embalaje del TCCA
- La sala de control y CCM
- Los compresores de aire
- El equipo Chiller de agua helada

### 10.3 Descripción de las Áreas de Planta

#### A. Área Productiva

Esta área comprende no solo el sector de producción de TCCA, sino que también contempla los servicios auxiliares, el tratamiento de los efluentes líquidos y el almacenaje y carga del Hipoclorito de Sodio fabricado. También se incluyen en la superficie del área productiva los parrales de cañerías, y las distancias de separación entre equipos y tanques.

Esta zona posee un murete perimetral de 400 mm de altura que sirve de contención de potenciales derrames o del agua de lluvia acumulada.

Una parte del área productiva se encuentra techada y otra parte descubierta como ya se mencionó anteriormente. El área productiva techada tiene una superficie aproximada de 560 m<sup>2</sup> y el área productiva descubierta tiene una superficie aproximada de 480 m<sup>2</sup>.

Como puede apreciarse en el lay out de planta, existe una calle de circulación interna entre el depósito de producto final y el área productiva que tiene por finalidad el acceso a las diferentes zonas del área productiva y también sirve de tránsito para el auto elevador en la operación del estibado o almacenaje del producto final TCCA.

Hay también en esta área, una serie de parrales de cañerías. Estos parrales están ubicados a 3,5 m de altura (medidos desde el piso de planta) y soportan todas las tuberías que forman parte del proceso productivo. Hay una calle para tránsito interno del autoelevador principalmente que está situada entre el depósito de almacenamiento de producto terminado y el área productiva.

El área de almacenamiento de ácido clorhídrico y absorción de vapores tiene un murete perimetral de 1200 mm de altura que contiene la capacidad total del HCl almacenado.

Como ambos productos son incompatibles químicamente, ambos diques de contención se encuentran separados, pero dentro de la misma área.

#### B. Depósito de Materia Prima

## Distribución de los equipos en Planta

Para calcular el área del depósito de materia prima (Acido Isocianúrico) se recomienda usar el concepto de lote económico de la teoría de inventarios. Es la cantidad que debe adquirirse en cada compra teniendo en cuenta la suposición de reposición instantánea, consumo de materia prima constante y mantenimiento de una reserva de seguridad. El lote económico se calcula como:

$$LE = \sqrt{\frac{2.F.U}{C.P}}$$

LE = cantidad óptima que será adquirida cada vez que se compre materia prima.

F = costos fijos de colocar y recibir una orden de compra.

U = consumo anual de materia prima.

C = costo de mantener el inventario, expresado como la tasa de rendimiento que produciría el dinero en una inversión distinta de la inversión en compra de inventarios. Como referencia puede usarse la tasa bancaria vigente en ese momento.

P = precio de compra unitario.

El volumen necesario de la materia prima, determinado mediante el concepto de lote económico es:

$$LE = \sqrt{\frac{2.F.U}{C.P}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ usd} \cdot 5500 \frac{\text{Ton}}{\text{Año}}}{0,238 \frac{\%}{\text{Año}} \cdot 2550 \frac{\text{usd}}{\text{Ton}}}} = 1,9 \text{ Ton}$$

Cada big bag de ácido isocianúrico ocupa 1 m<sup>2</sup> de superficie, entonces 1,9 Ton = 1 m<sup>2</sup> de superficie de depósito.

La frecuencia de compra de materia prima será:

$$F_{\text{ácido isocianúrico}} = \frac{365}{1,9} = 192,1 \text{ días} = 192 \text{ días (dos veces por año)}$$

La compra semestral de materia prima ácido isocianúrico es de  $\frac{5500 \text{ ton}}{2}$  es decir: 2750 ton. Si se estiban los big bag uno sobre otros en columnas de no más de dos, se requiere un depósito de área teórica de:

## Distribución de los equipos en Planta

---

$$\text{Área Teórica} = \frac{2750 \text{ ton}}{1 \frac{\text{m}^2}{\text{Ton}} \cdot 2} = 1375 \text{ m}^2$$

El deposito de materia prima tiene un **Área Real Total de 1702 m<sup>2</sup>**, lo que satisface las necesidades de espacio de almacenamiento mas un margen de seguridad de mas del 20% para circulación y maniobras dentro del edificio.

### C. Depósito de Producto Terminado (TCCA)

Para determinar el tamaño del deposito de producto terminado TCCA, se toma en cuenta la siguiente premisa:

- 1- Se espera tener una rotación de producto menor a 40 días
- 2- Se envasará el producto en cuñetes plásticos de 50 lts que ocupan un área de 0,1225 m<sup>2</sup>/cuñete.
- 3- Se estibarán los cuñetes en columnas de máximo cinco cuñetes uno sobre otro.

Entonces:

Producción diaria: 28,57 Ton

Densidad Aparente del producto terminado: 2,07 kg/l

Volumen de cada cuñete: 50 lts

Área que ocupa cada cuñete: 0,1225 m<sup>2</sup>/cuñete (350 x 350 mm)

Capacidad de carga de cada cuñete: 50 l. 2,07  $\frac{\text{kg}}{\text{l}}$  = **103.5 kg**

Cantidad de cuñetes diarios:  $\frac{28570 \frac{\text{kg}}{\text{día}}}{103,5 \frac{\text{kg}}{\text{cuñete}}} = 278 \text{ cuñetes / día}$

Cantidad de cuñetes cada 40 días:  $278 \frac{\text{cuñetes}}{\text{día}} \cdot 40 \text{ días} = \mathbf{11120 \text{ cuñetes}}$

Si los cuñetes se van a estibar en cinco capas, entrones:

$$\frac{11120 \text{ cuñetes}}{5} = 2224 \text{ cuñetes por acapa}$$

Como cada cuñete ocupa un área de 0,1224 m<sup>2</sup>, entonces:

## Distribución de los equipos en Planta

---

$$2224 \text{ cuñetes} \cdot 0,1224 \frac{m^2}{\text{cuñete}} = 272 m^2$$

El Área Teórica de almacenaje es de 272 m<sup>2</sup>. Se contempla un depósito de 385 m<sup>2</sup> de superficie total, lo que asegura lugar de almacenaje para mas de 40 días de producción (en caso de ser necesario) y además un margen de seguridad para maniobrar cómodamente con el autoelevador.

No obstante todo lo expuesto anteriormente, también evaluamos la posibilidad de una disminución marcada en las ventas del TCCA en los meses de “temporada baja”. Se presenta a continuación un cálculo estimativo de los movimientos de producto terminado a fin de no incurrir en el evento de falta de capacidad de almacenamiento en el depósito de producto terminado. Para ello, se toman las siguientes premisas:

1. Se arranca el mes de Noviembre con el depósito llenode producto terminado
2. Los cuñetes de 60 kg se estiban sobre pallets de madera reforzados de 1m<sup>2</sup> de área útil.
3. Cada pallet alberga por piso, 9 cuñetes; y a su vez se colocan por pallet 3 pisos (en total por pallet, son 27 cuñetes)
4. En el deposito los pallets se colocan unos sobre otros en estanterías metálicas de forma que se ubican en alto, 4 pallets con 27 cuñetes por posición (unos 108 cuñetes equivalentes a 6480 kg de producto).
5. Se usa como altura útil de estiba del depósito, 10 metros.

Entonces:

Área Total del depósito: 385 m<sup>2</sup>

Área de pasillos de circulación y retiro de las paredes: 65 m<sup>2</sup>

Área Útil de almacenamiento:

$$385 m^2 - 65 m^2 = 320 m^2$$

Área de cada posición: 1 m<sup>2</sup>

Cuñetes por posición: 108 (6480 kg o 6,48 ton de TCCA)

Cantidad de posiciones en el área útil de almacenamiento:

$$\frac{320 m^2}{1 \frac{m^2}{\text{posición}}} = 320 \text{ posiciones}$$

Cantidad máxima de almacenaje de producto terminado:

## Distribución de los equipos en Planta

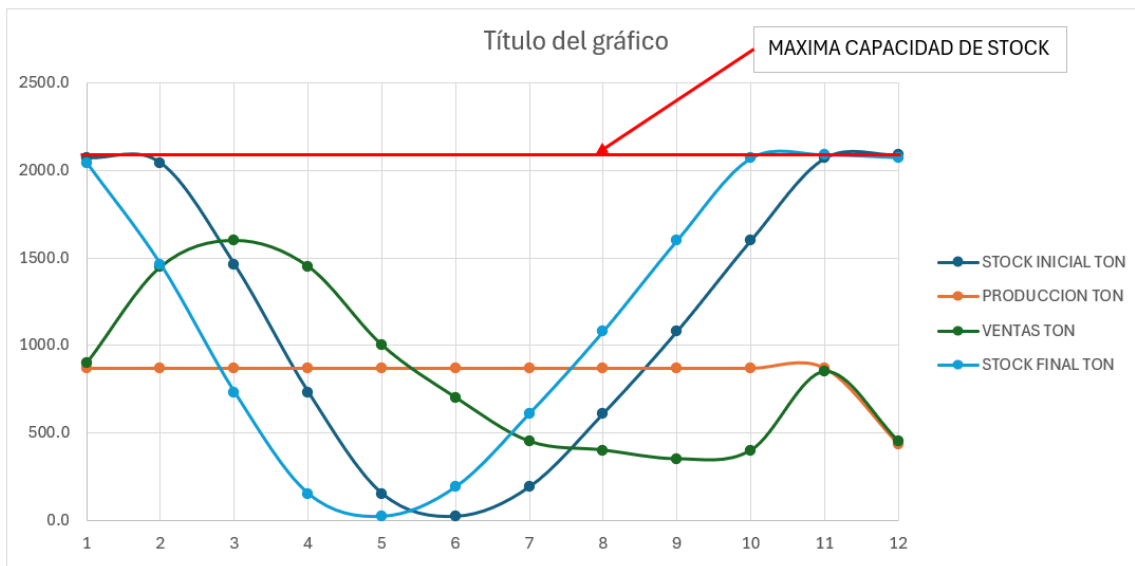
$$320 \text{ posiciones} \cdot 6,48 \frac{\text{ton}}{\text{posición}} = 2073,6 \text{ ton de TCCA}$$

Evolución del stock de producto terminado vs capacidad de almacenaje:

		NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	
STOCK INICIAL	TON	2073.6	2043.2	1462.7	732.3	151.8	21.4	
PRODUCCION	TON	869.6	869.6	869.6	869.6	869.6	869.6	
VENTAS	TON	900.0	1450.0	1600.0	1450.0	1000.0	700.0	
STOCK FINAL	TON	2043.2	1462.7	732.3	151.8	21.4	191.0	
		MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	TOTAL (ton/año)
STOCK INICIAL	TON	191.0	610.5	1080.1	1599.6	2069.2	2088.8	
PRODUCCION	TON	869.6	869.6	869.6	869.6	869.6	434.8	5217.36
VENTAS	TON	450.0	400.0	350.0	400.0	850.0	450.0	7100
STOCK FINAL	TON	610.5	1080.1	1599.6	2069.2	2088.8	2073.6	

CAPACIDAD MAX	TON	2073.6
---------------	-----	--------



### D. Depósito de Producto Terminado y zona de carga (Hipoclorito)

El área de almacenamiento y carga del hipoclorito de sodio alberga dos tanques de almacenamiento de 100 m<sup>3</sup> de capacidad cada uno, lo que da una capacidad de almacenaje máxima de 200 m<sup>3</sup> (lo que equivale a 9 días de producción). El área de almacenaje tiene un murete perimetral de 1600 mm de altura que permite contener un potencial derrame del 50% de la capacidad total de almacenamiento de producto; es decir, contiene el volumen del contenido de un tanque completo.

## Distribución de los equipos en Planta

---

Dentro del área de almacenamiento se encuentra también la bomba de carga P-610. Esta área posee una superficie total de 54 m<sup>2</sup>.

### E. Vestuarios

El área de vestuarios y baños se encuentra contigua al área productiva y dispondrá de 3 duchas, dos baños completos, dos mingitorios y una sala de vestuario con gabinetes. Tendrán un área de 15m por 10m, es decir 150 m<sup>2</sup>. Tendrá 2 puertas de acceso.

### F. Administración

Dispondrá de las siguientes oficinas administrativas: recepción 2m por 4m, sistemas 4m por 4m, ventas de 2m por 4m, compras 2m por 6m, logística 4m por 4m, gerencia 3m por 4m, sala de reuniones 6m por 9m, 2 baños de 2m por 4m, comedor de 5m por 10m, calculando un 15 % de área entra para pasillos, el área total será de aproximadamente 210 m<sup>2</sup>.

### G. Estacionamiento

Para el cálculo se tiene en cuenta el turno en el que asiste mayor cantidad de personal, calculando un espacio extra pensando en las visitas. Calculamos un espacio para 25 autos de 2m de ancho por 3m de largo. El área para cada uno será de aproximadamente 150 m<sup>2</sup>.

### H. Taller de Mantenimiento

El taller de mantenimiento debe tener espacio suficiente para el depósito de repuestos, herramientas y material y equipos a reparar. Por lo tanto, se calcula un área de 15,5m de ancho por 24m de largo, o sea, un área total de 372 m<sup>2</sup>. Además de puertas de acceso, el taller debe contar con un portón de 3m de ancho por 4m de alto para permitir el acceso de equipos de gran tamaño.

### I. Sala de Control



## Distribución de los equipos en Planta

---

Se encontrará dentro del área de producción, estando ubicada de cara al proceso y en planta baja. Sus dimensiones serán de 5,5m. de ancho por 5,5m. de largo, o sea 30 m<sup>2</sup>. La sala de control contará con ventanas que permitan una amplia visión del proceso y dos puertas de acceso.

### J. Laboratorio

Con respecto al tamaño del laboratorio no existe un criterio definido y claro. Se recomienda que debe disponerse de espacio suficiente para el normal desenvolvimiento del trabajo, siendo recomendable una superficie mayor de 20 m<sup>2</sup> por persona. Además de esa recomendación, se tiene en cuenta el instrumental necesario para desarrollar las tareas normales. Se necesita un amplio espacio para el laboratorio ya que contará con equipos sofisticados que necesitan de áreas estancas separadas del resto del área operativa propiamente dicha donde se ubicaran un cromatógrafo gaseoso y un equipo de espectrofotometría de absorción atómica; de allí que la superficie del laboratorio sea de 150 m<sup>2</sup>.

### K. Almacenes

En este sector se almacenan los repuestos de equipos de planta y consumibles del área productiva. Es un área techada que mantiene en su interior el ambiente requerido para almacenar los ítems mencionados. El único repuesto o consumible de planta que no se almacena aquí son los electrodos de pH y ORP que se usan en el proceso. Estos materiales se almacenan en el laboratorio ya que requieren de un ambiente más controlado. El área destinada a almacenes es de 150 m<sup>2</sup>.

### L. Comedor

El comedor de Planta tiene la capacidad de albergar a 15 personas, mas una zona de preparación de la comida. El área destinada a este sector tiene 80 m<sup>2</sup> de superficie.

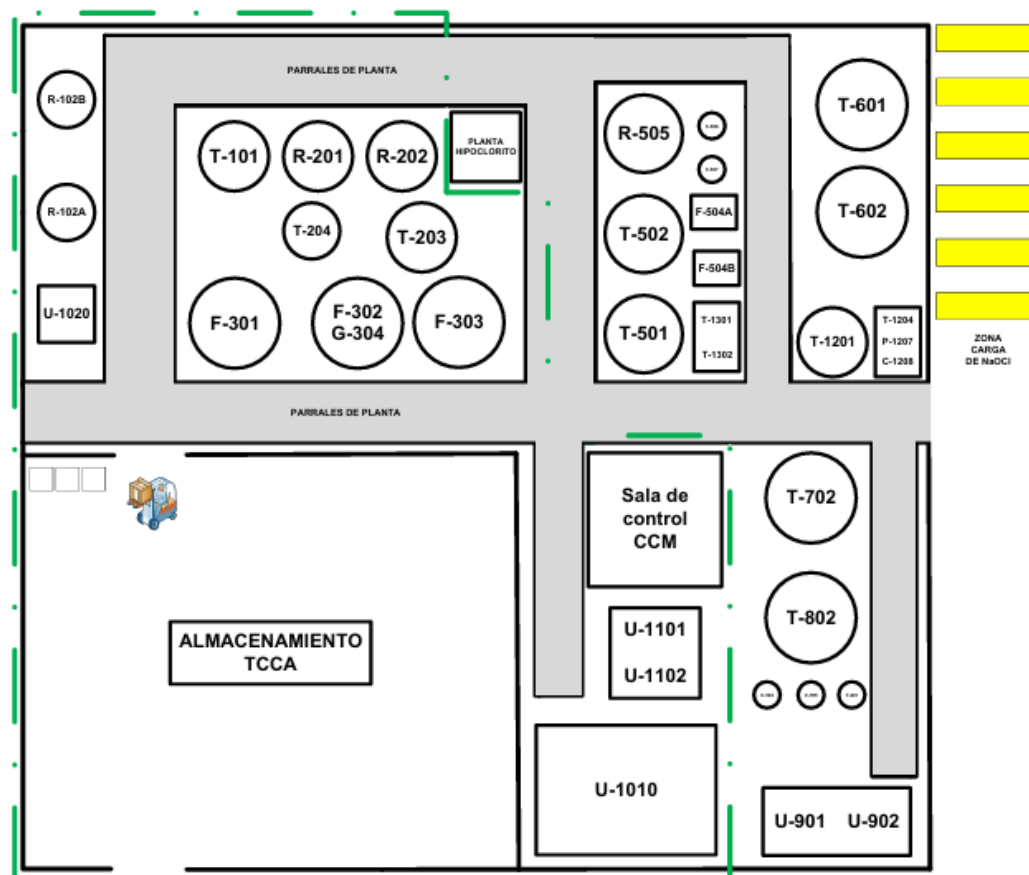
### M. Oficina de Producción

## Distribución de los equipos en Planta

La oficina de producción está fuera del área productiva y es ocupada por el Gerente de Planta. Tiene una sala de reuniones dentro de la misma sala y dos escritorios equipados para ser usados por personal externo que necesite un lugar de trabajo. Tiene una superficie de 150 m<sup>2</sup>.

### 10.4 Lay Out de Planta

A continuación, se presentan los lay out de el predio productivo y el área de procesos.



## Distribución de los equipos en Planta

