

17/48/61/82

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

FACULTAD DE QUIMICA



INSTALACION Y OPERACION DE UNA PLANTA  
EMBOTELLADORA DE REFRESCOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO

PRESENTA

HECTOR TIBURCIO GOMEZ



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.

LAB. TESIS 1979  
AGE M.T. ~~341~~  
FECHA 341  
PROG



A MI MADRE (q.e.p.d.)

Con profunda gratitud y eterno agradecimiento, a quien con su gran amor y abnegación, impartieron estímulos incomparables a mi existencia, y porque careciendo de todo no es catimó absolutamente nada para que yo lograra mis más caros anhelos.

A MI PADRE:

Con todo mi reconocimiento por la confianza que en mí depositó, y con mi admiración por su férrea voluntad y honradez a toda prueba.

A MIS HERMANOS:

Con el cariño, admiración y respeto que me merecen, y con el ferviente deseo de que sigamos unidos como una sola familia.

A MI ESPOSA:

Al amor de mi vida, con profundo agradecimiento por sus consejos e inapreciables estímulos.

A MIS HIJOS:

Con todo el amor y todo el afecto, a quienes han -  
iluminado y alegrado mi existencia.

A MI QUERIDA UNIVERSIDAD:

Institución donde adquirí los conocimientos para enfrentarme a la vida.

A LA FACULTAD:

Donde pase los mejores días de mi juventud, donde aprendí a forjarme un carácter.

A MIS MAESTROS:

Con la mayor admiración y reconocimiento al valor de sus enseñanzas.

A MIS AMIGOS:

Con aprecio a quienes supieron compartir conmigo las alegrías y amarguras de la vida.

# I N D I C E .

- - - - -

PROLOGO. . . . . pág. 1

## CAPITULO I A CONCEPTOS PRELIMINARES.

Generalidades. . . . . " 4  
Sabores " 7  
Colorantes . . . . . " 12  
Acidulantes " 14  
Preservativos. . . . . " 16

## CAPITULO II A MERCADOTECNIA.

Mercado Nacional . . . . . " 21  
Estudio de mercado en el Distrito Federal " 30  
Potencialidad económica de la población. . . . . " 33

## CAPITULO III A DESARROLLO Y EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO.

Generalidades. . . . . " 36  
Investigación del proceso " 38  
Factores que intervienen en el diseño. . . . . " 42  
Evaluación económica del proyecto " 46

## CAPITULO IV A LOCALIZACION DE LA PLANTA.

Generalidades. . . . . " 49  
Factores primarios " 50  
Factores específicos . . . . . " 53

## CAPITULO V A PREPARACION DEL TERRENO Y ESTRUCTURAS.

Distribución de la planta. . . . . " 59  
Evaluación del suelo y del subsuelo " 66  
Cimientos. . . . . " 68  
Cimientos para maquinaria y equipo. " 70  
Estructuras. . . . . " 74

## CAPITULO VI A INGENIERIA DE DETALLE.

Acabado de pisos, paredes y techos . . . . . " 82  
Tuberías " 92  
Aire comprimido. . . . . " 98  
Refrigeración y sus unidades. " 101  
Cálculo y consideraciones en la selección de un equipo  
de refrigeración . . . . . " 105

CAPITULO VII A INSTALACIONES ELECTRICAS (FUERZA).

|                                                 |      |     |
|-------------------------------------------------|------|-----|
| Maquinaria de producción. . . . .               | pág. | 109 |
| Evaluación de cargas. . . . .                   | "    | 111 |
| Cálculo de la subestación . . . . .             | "    | 114 |
| Tablero de derivados en la subestación. . . . . | "    | 121 |
| Tablero de control y distribución . . . . .     | "    | 129 |
| Cálculo de alimentadores . . . . .              | "    | 130 |

CAPITULO VIII A INSTALACIONES ELECTRICAS (ALUMBRADO).

|                                                             |   |     |
|-------------------------------------------------------------|---|-----|
| Generalidades . . . . .                                     | " | 133 |
| Niveles necesarios de iluminación. . . . .                  | " | 135 |
| Selección del tipo de luminaria y su distribución . . . . . | " | 138 |
| Circuitos necesarios. . . . .                               | " | 140 |
| Cálculo de alimentadores. . . . .                           | " | 143 |

CAPITULO I B PROCESOS DE PRODUCCION.

|                           |   |     |
|---------------------------|---|-----|
| Generalidades . . . . .   | " | 144 |
| Proceso post-mix. . . . . | " | 147 |
| Proceso pre-mix . . . . . | " | 149 |

CAPITULO II B TRATAMIENTO DE AGUA.

|                                                                    |   |     |
|--------------------------------------------------------------------|---|-----|
| Generalidades . . . . .                                            | " | 155 |
| Normas para el agua usada en la elaboración de refrescos . . . . . | " | 160 |
| Teoría y funcionamiento del tanque de tratamiento . . . . .        | " | 163 |
| Filtros de arena y purificadores de carbón. . . . .                | " | 172 |
| Cálculo del equipo. . . . .                                        | " | 177 |

CAPITULO III B LAVADORA DE BOTELLAS.

|                                           |   |     |
|-------------------------------------------|---|-----|
| Generalidades . . . . .                   | " | 181 |
| Factores de control en el lavado. . . . . | " | 184 |
| Diagrama hidráulico . . . . .             | " | 198 |
| Capacidad del equipo. . . . .             | " | 200 |

CAPITULO IV B EQUIPO DE PREMEZCLA.

|                                                 |   |     |
|-------------------------------------------------|---|-----|
| Deaerador . . . . .                             | " | 203 |
| Sincrómetro. . . . .                            | " | 208 |
| Carbonatador-Enfriador (carbo-cooler) . . . . . | " | 213 |
| Registrador-Controlador Taylor. . . . .         | " | 217 |
| Cálculo del equipo. . . . .                     | " | 219 |
| Condensador evaporativo. . . . .                | " | 220 |

CAPITULO V B LLENADORA-TAPADORA DE BOTELLAS.

|                                             |   |     |
|---------------------------------------------|---|-----|
| Principio de funcionamiento . . . . .       | " | 223 |
| Operación de la válvula de llenado. . . . . | " | 225 |
| Ciclo de llenado . . . . .                  | " | 230 |
| Control por flotador en el tazón. . . . .   | " | 234 |
| Coronador . . . . .                         | " | 236 |

CAPITULO VI B CONTROL DE CALIDAD.

|                                            |      |     |
|--------------------------------------------|------|-----|
| Generalidades. . . . .                     | Pág. | 241 |
| Pruebas de agua.                           | "    | 243 |
| Uso de los valores de titulación . . . . . | "    | 250 |
| Pruebas del lavado de botellas.            | "    | 254 |
| Pruebas de jarabe. . . . .                 | "    | 256 |
| Pruebas del producto terminado.            | "    | 264 |
| Pruebas bacteriológicas. . . . .           | "    | 274 |
| Comprobación de aparatos.                  | "    | 275 |

CAPITULO VII B CONTROL DE LA PRODUCCION.

|                                  |   |     |
|----------------------------------|---|-----|
| Generalidades. . . . .           | " | 276 |
| Personal.                        | " | 279 |
| Materiales . . . . .             | " | 281 |
| Maquinaria.                      | " | 282 |
| Registros de producción. . . . . | " | 284 |
| Normas de eficiencia.            | " | 287 |

CAPITULO VIII B MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

|                                                            |   |     |
|------------------------------------------------------------|---|-----|
| Generalidades. . . . .                                     | " | 295 |
| Inspección para mantenimiento.                             | " | 297 |
| Mantenimiento de protección. . . . .                       | " | 298 |
| Tiempos de parada.                                         | " | 299 |
| Reparaciones parciales . . . . .                           | " | 299 |
| Reparación general.                                        | " | 300 |
| Programa de mantenimiento preventivo . . . . .             | " | 301 |
| Sistema de control de programa de mantenimiento preventivo | " | 303 |

CAPITULO IX B CONCLUSIONES.

|                        |   |     |
|------------------------|---|-----|
| Generalidades. . . . . | " | 309 |
|------------------------|---|-----|

|                              |   |     |
|------------------------------|---|-----|
| <u>BIBLIOGRAFIA</u> .. . . . | " | 312 |
|------------------------------|---|-----|

302  
295

INSTALACION.

P R O L O G O

① La industria de las aguas envasadas, que comprende la elaboración de refrescos ó gaseosas, gasificación de aguas minerales naturales y aguas purificadas (Clase 2141 de la Dirección-General de Estadística de la Secretaría de Industria y Comercio.), fue creada con un sentido comercial en Philadelphia, pero fueron elaborados en forma experimental, 17 años antes por Nicolás Paúl en Génova, Italia. Ambos procesos consistían en la mezcla a presión de determinadas cantidades de agua, bicarbonato de sodio, azúcar y sabores sintéticos.

No se cuenta con datos exactos para precisar quienes, y desde cuándo se elaboran aguas gaseosas en nuestro país, lo cierto es que los iniciadores de ésta actividad industrial tuvieron que vencer las dificultades propias de toda nueva empresa, sobre todo, la costumbre del pueblo mexicano de hacer acompañar sus alimentos y aplacar su sed con otro tipo de bebidas.

Con el tiempo, dichos obstáculos fueron superados, llegándose de las rudimentarias "limonadas" (forma común en que se denominaba a los refrescos), envasadas en toscas botellas, al moderno proceso de elaboración y embotellado de refrescos de excelente calidad y presentación, en una extensa variedad de

sabores y tamaños, preparados con absoluta higiene; estos productos se consumen en la actualidad en grandes cantidades en todos los sectores de la población, por lo que ésta actividad constituye una de las principales ramas del sector alimenticio siendo como en otros países un factor importante de la economía nacional.

Hasta la fecha, el gran número de plantas embotelladoras que operan en nuestro país, hacen que ésta industria se caracterice principalmente por la competencia, esto se traduce en un mejoramiento constante del producto, en un mayor consumo de materias primas y elementos de producción, así como en la creación de fuentes de trabajo, que dan ocupación a miles de personas y permiten a otras más obtener un medio de vida con la distribución y venta del producto, todo esto por la constante tendencia del embotellador a obtener la supremacía en el mercado.

La industria embotelladora en nuestro país, contribuye al desarrollo de otras actividades industriales, fomentando la producción en gran escala de materias primas, tal es el caso de la industria azucarera, de la que consume alrededor de un 20% de su producción (dato proporcionado por la Unión Nacional de Productores de Azúcar, S. A.). El 90% de la producción de la industria del gas carbónico, es absorbida por la industria embotelladora; así otros artículos como botellas, corcholatas,

cartón, madera, combustibles, camiones, sosa cáustica y otros productos químicos son consumidos por la industria embotelladora, sin embargo, todavía es necesario recurrir a la importación de algunas materias primas ya sea por no producirse en el país, ó bien, por no existir en las cantidades y cualidades requeridas por la industria. Por otra parte, los embotelladores han dado auge a diversas actividades publicitarias.

Aprovechando la extensa red de comunicaciones que favorece al país, ésta industria, ha tenido un notable incremento en los últimos diez años con el consiguiente beneficio que resulta al establecer nuevas plantas, los embotelladores se han situado tan estratégicamente que es posible asegurar que de un 90 a un 96% de la población puede adquirir sus productos fácilmente y con un máximo de comodidad.

Héctor Tiburcio Gómez.

C A P I T U L O    I A .

CONCEPTOS PRELIMINARES.

1).- GENERALIDADES. La industria embotelladora en México, ha ido incrementandose durante los últimos diez años a un ritmo - casi constante, los incrementos anuales han sido de un 10 a un 12% aproximadamente, con excepción de los años 1960 y de 1964- en los cuales los aumentos logrados fueron más notables. Por - las siguientes cifras se puede apreciar la tendencia en el mer- cado de refrescos.

**TABLA N<sup>o</sup> 1**

| VENTA DE REFRESCOS EMBOTELLADOS DE 1960 a 1966 (S. I. C.) |                   |              |
|-----------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| ANO                                                       | MILLONES DE PESOS | % DE AUMENTO |
| 1960                                                      | 1,263             | - - -        |
| 1961                                                      | 1,437 - 10 2/3%   | 13.8         |
| 1962                                                      | 1,540             | 7.2          |
| 1963                                                      | 1,709             | 11.0         |
| 1964                                                      | 2,150             | 25.8         |
| 1965                                                      | 2,350             | 9.3          |
| 1966                                                      | 2,600             | 10.6         |

La relativa baja en el consumo de refrescos en 1965, se atribuye a que durante ese año prevaleció un clima más fresco y lluvioso en el verano; no obstante que faltan todavía cifras al respecto, se anticipó que en 1967 sucedería algo semejante, aunque los primeros seis meses se caracterizaron por una temperatura más elevada y una cierta sequía.

México es un país caracterizado por el alto consumo "per cápita" en el mundo, y como dato interesante se puede apuntar que el consumo diario en el Distrito Federal en el año 1966 fue de casi una botella por persona. Como consecuencia de lo anterior, la industria refresquera en nuestro país, ha llegado a ocupar un lugar muy importante en la economía nacional, empleando para la elaboración de refrescos un 99% de materias primas nacionales.

Aún cuando el ritmo de desarrollo de ésta industria es constante, se ha venido enfrentando a muchos y muy serios problemas, entre éstos, y en particular en el Distrito Federal, el principal ha sido el encarecimiento de los costos de producción, a la vez, que los precios al público han permanecido congelados desde 1957.

De hecho, han aumentado notablemente los costos de botellas y cajas de madera que han tenido un alza de casi 10% a -

partir del 1º de febrero del año de 1968, así como también - corcholatas, agua, azúcar, energía eléctrica, combustibles, - camiones, gasolina, y sobre todo salarios y otros gastos adicionales como participación de utilidades, seguro social, y o - tras prestaciones más, también el costo de las materias pri - mas como colorantes y aceite bromado que actualmente se produ - cen en el país a precios más elevados que cuando se importa - ban.

En los últimos tiempos, al igual que en los Estados Uni - dos de Norteamérica, muchas pequeñas industrias han cerrado, - ésto se debe tanto al encarecimiento de los costos de produc - ción, como a la competencia de empresas mejor organizadas, - con más iniciativa y buenas técnicas de administración.

El embotellado de bebidas de calidad uniformemente alta - requiere un amplio conocimiento y la estricta aplicación de - los principios básicos de la manufactura de bebidas gaseosas.

La apariencia, el gusto, el sabor y el olor, son las - principales características mediante las cuáles los consumi - dos juzgan la calidad de las bebidas, por lo tanto, para ga - nar la aceptación para el producto y la confianza entre los - consumidores, se debe mantener una calidad alta y una rígida - uniformidad en la bebida terminada; los resultados de centena - res de "pruebas de catadores" han demostrado conclusivamente -

que cualquier cambio en el sabor aceptado es notable, por lo que las variaciones repetidas de sabor, significará eventualmente la pérdida de la aceptación del producto bajo el punto de vista del consumidor y consecuentemente una baja en las ventas.

Luego entonces, es evidente y esencial que el embotellador establezca prácticas especializadas para su producción a fin de asegurar a los consumidores una calidad uniforme, limpieza, frescura y sabor natural en su producto.

2).- SABORES. Los sabores usados en la preparación de las bebidas carbonatadas, son primordialmente extractos alcohólicos emulsiones, soluciones alcohólicas, ó bien, zumos frutales.

Un extracto es una solución de alcohol etílico de las esencias ó aromas de plantas ó partes de la planta con ó sin materia colorante. Algunas veces, los aceites esenciales ó sustancias químicas aromáticas disueltas en un solvente, son considerados como extractos por la industria.

Los extractos alcohólicos se preparan mediante la percolación de materiales finamente divididos con soluciones alcohólicas, ó bien, mediante el lavado de aceites condimentantes ó esenciales que han sido obtenidos por presión ó destilación

con una mezcla agua-alcohol, permitiendo después que se separen los aceites. El extracto de vainilla es el sabor que se prepara de la vaina de la vainilla misma, con ó sin azúcar, dextrosa ó glicerina, y cada 100 centímetros cúbicos de la solución contienen no menos de diez gramos de la vaina de la vainilla. Otros ejemplos de extractos alcohólicos son: menta, jengibre, uva, y ciertos tipos de lima y limón, la cantidad de alcohol introducida en la bebida terminada con el uso de éstos extractos, es de aproximadamente de 0.25% en volúmen, ó bien, menos de ésta cantidad dependiendo de la concentración del extracto.

Las emulsiones se preparan emulsificando los aceites esenciales con goma arábiga y mezclándolos con un jarabe espeso de azúcar ó glicerina, ésta mezcla se pasa ahora por un homogenizador, algunos fabricantes emplean centrífugas, ejemplos típicos de éstas clases de emulsiones son: Naranja, root-beer y cola.

Los extractos simples de especias, se hacen de soluciones de aceites volátiles en alcohol diluido. Algunos de los extractos de especias más comunes son: Anís, Almendra amarga, Cálamo aromático, canela, clavo, nuez de cola, jengibre, etc. Algunos sabores como el de cereza, fresa y crema soda, son solubles en soluciones diluidas de alcohol y generalmente se

preparan añadiendo los aceites al alcohol e incorporando agua para darles la dilución apropiada.

Los jugos de frutas pueden ser de fuerza simple ó con centrada, éstos jugos de los cuáles se ha eliminado gran parte del agua por calor y vacío ó bien, por congelación y centrifugación, se expresa como 2-X cuando el jugo se ha concentrado a la mitad, 4-X a la cuarta parte, 8-X a la octava parte, etc., los jugos concentrados de fruta suministran un sabor más acentuado que el que se encuentra en los jugos naturales, y cuando se incorporan a la bebida, producen el sabor natural.

Las esencias sintéticas son producidas por varios métodos químicos, y en la actualidad hay muchas preparadas sintéticamente, como ejemplo de los sabores sintéticos ó de imitación, podemos citar los siguientes: Aceite de manzana, aceite de plátano, aceite de cereza, aceite de fresa, aceite de pera y aceite de piña. Las bebidas preparadas con los jugos de frutas y pulpa, se obtienen por la trituration de la fruta, y muchas veces contienen más sabor que el jugo ordinario; la pulpa contribuye más a la apariencia de la bebida terminada. Las bebidas turbias como naranja, limón y toronja, son tratadas especialmente para que retengan permanentemente la turbiedad.

Además de los sabores, algunos embotelladores usan otros ingredientes para mejorar el sabor y el aroma de sus bebidas, tal es el caso de la cafeína, la cuál es añadida usualmente en las bebidas de cola en cantidades que oscilan entre 0.016- a 0.057 miligramos por centímetro cúbico, comparado con cerca de 0.14 miligramos por centímetro cúbico de cafeína presente en el café. La cafeína es añadida no por sus propiedades estimulantes, sino por su sabor amargo; pequeñas cantidades de acetato de etilo, ó de butirato de amilo pueden ser usadas para incrementar el aroma en las bebidas de uva. El ají (chile) es empleado algunas veces en los ginger ales, ésto es, especialmente en los países latinoamericanos donde el consumidor prefiere un sabor decididamente picante en la bebida.

Los extractos que contienen cuando menos un 20% de alcohol, permanecerán estériles debido a la acción preservativa de éste, algunas soluciones acuosas y algunos concentrados son preservados por los ácidos naturales, y en ciertos casos- éste efecto es aumentado mediante el uso del benzoato de sodio. La pasteurización como medio protector de los sabores a la acción de los microorganismos, es relativamente limitada debido a la acción destructora del calor sobre los sabores.

Los jugos concentrados de fruta frecuentemente se oscurecen y su sabor se pone rancio cuando se almacenan por lar -

gos períodos de tiempo, aún cuando contengan preservativos, -  
ésto es natural con los jugos de frutas legítimos, por consi-  
guiente se deben obtener los sabores según se vayan necesitando  
do, con el objeto de garantizar la existencia de sabores com-  
pletamente frescos. Conviene observar siempre ciertas precau-  
ciones simples durante el manejo y almacenamiento de los sabores  
res:

- a).- Almacenense los sabores en un lugar frío y obscuro. La alta temperatura causará la desintegración de - las emulsiones.
- b).- Consérvense los recipientes que contengan a los sa- bores, herméticamente sellados.
- c).- Guardense los sabores siempre en envases originales
- d).- Adquirir únicamente cantidades limitadas para evi - tar el almacenamiento prolongado.
- e).- Nunca deben retornarse los sabores al envase origi- nal una vez que se hayan usado en parte, a menos - que los utensilios estén completamente estériles, - de otra manera resultará una contaminación.

Generalmente los sabores son suministrados en concentra-  
ciones de 1, 2, 4 ó 5; ésta concentración se refiere a la canti  
dad necesaria para producir un litro de jarabe para el embo  
tellado. La concentración puede ser referida también como: -  
1-31, lo cuál significa que un litro de sabor agregado a 31 -  
litros de jarabe simple, producirá 32 litros de jarabe termi-  
nado listo para embotellar.

3).- **COLORANTES**. Como los consumidores esperan que la bebida sea semejante en apariencia a la fruta ó planta que representa, y como muchos de los sabores no poseen su propio color inherente, es necesario emplear colorantes artificiales para obtener la aceptación del consumidor. El uso de los colorantes, sin embargo, se limita a los tipos permitidos, ó certificados indicándose que son apropiados para usos alimenticios. En muchas regiones el uso de tales colorantes debe ser indicado en las etiquetas de los envases.

Los agentes colorantes usados en las bebidas se clasifican en dos grupos:

a).- Caramelo

b).- Colores certificados alimenticios.

El caramelo, es un color vegetal que se elabora quemando azúcar de maíz, usualmente con un catalizador como las sales de amonio; el caramelo les imparte a las bebidas su color característico que va desde el pardo claro hasta el pardo obscuro, tal como ocurre en las bebidas de cola, root beer, ginger ale, crema soda y otras más. En la industria hay dos grados de caramelo, el espumante y el no espumoso, el primero, es usado en el root beer cuando se desea que tenga espuma, la cuál puede durar de treinta minutos a dos horas, empero no es a prueba de ácido.

Para que los caramelos puedan ser usados en otras bebidas carbonatadas, deben ser a prueba de ácido, esto es, que permanezcan oscuros y solubles en soluciones ácidas.

Los materiales colorantes, para que tengan éxito en las bebidas carbonatadas, deberán tener suficiente potencia colorante, estabilidad, sin gusto ni olor censurables y exentos de contaminaciones biológicas ó químicas.

Los colores certificados para alimentos pertenecen a un grupo de tintes artificiales que son aprobados por la Administración de Alimentos y Drogas de los Estados Unidos de Norteamérica y la Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública en México (Dirección General de Alimentos), por ser inocuos cuando se usan en alimentos. En todo el mundo existen leyes referentes al uso de los colorantes; todo embotellador debe familiarizarse con las leyes que se aplican en su territorio particular en lo que se relaciona al uso de dichos colores.

Estos colorantes, de los cuáles hay dieciocho, son producidos por reacciones químicas y algunas veces son llamados "colores de alquitrán de hulla". Cada color lleva dos nombres, el oficial usado por la A. de A. y D. de los E. U. A. y de la S. S. y A. de México, y el nombre comercial común.

**TABLA N° 2**

| NOMBRE SUGUN AAD. | NOMBRE COMUN                          | DESCRIPCION                                                                                                                                                     |
|-------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rojo N° 1         | Ponceau 3R                            | Polvo rojo usado en mezclas de color para obtener un tono obscuro.                                                                                              |
| Rojo N° 2         | Amaranth<br>(Anaranjado -<br>Obscuro) | Polvo castaño rojizo-<br>para bebidas de fresa<br>frambuesa y otras be-<br>bidas color rojo.                                                                    |
| Amarillo N° 6     | Sunset Yellow<br>(Amarillo Ocaso)     | Polvo anaranjado usa-<br>do en las bebidas de<br>naranja.                                                                                                       |
| Amarillo N° 5     | Tartrazine<br>(Tartrazina)            | Polvo anacarado usado<br>en bebidas del tipo -<br>limón, mezclado con -<br>Brilliant Blue, produ-<br>ce el color lima.                                          |
| Azul N° 1         | Brilliant Blue<br>(Azul brillante)    | Polvo color bronce -<br>púrpura, usado solo -<br>en mezclas de colores<br>Con el Amaranth da co-<br>lor uva, con Amaranth<br>y Tartrazine da color<br>caramelo. |
| Verde N° 3        | Fast Green<br>(Verde Rápido)          | Polvo color rojizo ó-<br>pardo-violeta usado -<br>con el mismo fin que-<br>el Azul N° 1.                                                                        |

4).- ACIDULANTES. Los ácidos son usados en las bebidas para im-  
partirles un sabor agrio que neutraliza la dulzura del azúcar y-  
hace resaltar el sabor asociado. Así, el sabor característico de

una bebida se desarrolla en parte por medio de una acidulación apropiada. Los ácidos ayudan también a proteger el producto - contra el deterioro.

Todos los ácidos usados en las bebidas deben ser de "grado comestible ó alimenticio", los ácidos comunmente usados son ácido cítrico, ácido tartárico y ácido fosfórico, cada uno posee las propiedades de ser débil e inocuo al organismo humano cuando se usa en las cantidades y concentraciones adecuadas.

El ácido cítrico es de origen natural, producido por limones, limas y piñas, pero también se obtiene de las fermentaciones de mohos de soluciones de azúcar, y como es un ingrediente de las frutas cítricas, se adapta bien a las bebidas con tales sabores. El ácido cítrico puede adquirirse bajo dos formas, el hidratado que es una solución acuosa al 50% y el anhidro que son cristales.

El ácido tartárico se obtiene como un subproducto en la fabricación del vino, es ligeramente más ácido que el cítrico y se usa particularmente en la preparación de las bebidas de uva.

El ácido fosfórico, es el acidulante más barato disponible tanto por su fuerza, como por su precio, una solución de ácido fosfórico al 25% es equivalente a otra solución de ácido cítrico al 50%. El ácido fosfórico es usado principalmente en las be

bidas de cola.

5).- PRESERVATIVOS. La función de los preservativos es la de prevenir el deterioro causado por las enzimas y bacterias que existen en varios grados en todos los productos alimenticios. No obstante, antes de que el uso de éstos preservativos sea efectivo, es necesario mantener escrupulosamente limpios los equipos, envases, tanques, etc., que vayan a tener contacto con el producto a preservarse.

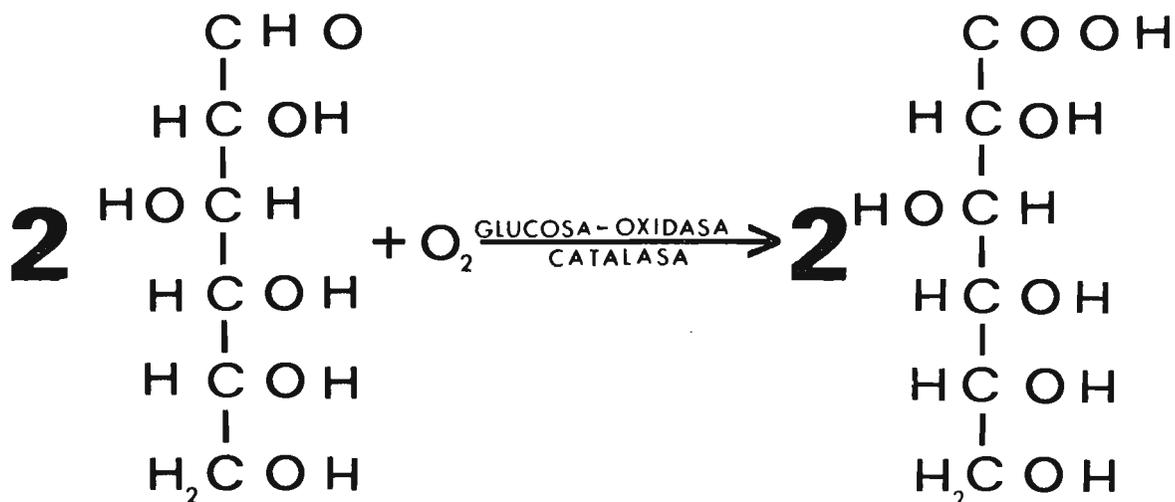
La mayoría de las bebidas carbonatadas se halla satisfactoriamente preservada por el ácido que contiene, y también por el anhídrido carbónico (3 gramos de ácido cítrico anhidro, inhiben la fermentación de cinco litros de una solución acuosa de azúcar al 10%), la carbonatación en la bebida ayuda a prevenir el crecimiento de mohos.

El benzoato de sodio es muy usado como preservativo en las bebidas que contienen jugos de frutas y en aquellas sin carbonatar, ó bien, bebidas de baja carbonatación. El benzoato de sodio es muy antiséptico cuando se añade a las bebidas, ya que ayuda a prevenir el desarrollo de microorganismos, y a conservar los alimentos en estado saludable, además, el benzoato de sodio no es dañino a la salud en las concentraciones permitidas éstas, al 0.1% para preservar alimentos y bebidas, en algunos ca -

Los cantidades inferiores pueden ser usadas.

Hay un gran problema con el que se enfrenta el embotellador de las bebidas cítricas, el oxígeno en el aire que queda en el espacio libre de la botella, éste oxígeno se combina con los elementos que suministran el sabor en las bebidas de tipo cítrico, y produce un sabor notable que puede variar desde el ligero hasta el completamente censurable, cuando el producto esté expuesto a la luz; evidentemente, éstas bebidas no se pueden mantener siempre en la obscuridad, y los envases de vidrio obscuro, solo ofrecen cierta protección, pero se obtienen mejores resultados tratando la bebida con un antioxidante que removerá todo el oxígeno del aire contenido en el espacio libre de la botella, de éste modo se protege al líquido contra el deterioro y la pérdida de color.

Existe en el mercado un buen número de compuestos que pueden ser empleados en éste tipo de tratamientos; en la clasificación de productos alimenticios que en muchas regiones del mundo pueden ser añadidas sin importar los reglamentos gubernamentales que controlan el uso de aditivos ó preservativos, se encuentran las sustancias enzimáticas denominadas GLUCOSA-OXIDASA-CATALASA, que puede ser usada en la bebida antes de embotellarse. Esta enzima, en presencia de glucosa y oxígeno produce ácido glucónico según la siguiente reacción:



Los productos de naturaleza enzimática han demostrado ser satisfactorios para remover el oxígeno de las bebidas cítricas y para prevenir el "sabor asoleado" e incrementar considerablemente su duración en los anaqueles de los expendios detallistas.

El sistema enzimático GLUCOSA-OXIDASA-CATALASA puede ser añadido directamente al jarabe antes del embotellado; otro factor importante de éste sistema enzimático es la prevención de la pérdida de sabor.

En el caso del ácido ascórbico en las bebidas de naranja el sabor puede protegerse hasta cierto grado, pero en muchos casos se pierde el color después de que la bebida ha estado expuesta a la luz solar.

En vista de que el embotellador de las bebidas carbonatadas es responsable de la pureza y de la calidad saludable de los productos que pone a disposición de los consumidores, conviene que esté al tanto de las leyes y reglamentos locales que rigen la manufactura de productos alimenticios y bebidas en su territorio.

A continuación se presenta una table de diferentes tipos de bebidas y sus ingredientes típicos.

### TABLA N°3

| BEBIDA           | SABOR                                                               | COLOR                               | ACIDO               | VOLUMENES DE GAS |
|------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------|
| Agua Carbonatada | Bicarbonato de Sodio ó Sulfato de Sodio                             | Ninguno                             | Ninguno             | 4.0 a 4.5        |
| Crema Soda       | Vainillina etilo mezclada con Cumarina                              | Caramelo ó Amaranth                 | Cítrico             | 2.0 a 2.5        |
| Cola             | Extracto de Nuéz de Cola, Aceite de lima, Aceite de especias        | Caramelo                            | Fosfórico           | 3.5 a 4.0        |
| Ginger Ale       | Raíz de jengibre Aceite de jengibre y Aceite de lima                | Caramelo                            | Cítrico             | 4.0 a 4.5        |
| Lime Rickey      | Jugo de limón                                                       | Ninguno                             | Cítrico             | 4.0 a 4.5        |
| Root Beer        | Aceite de Pirola Vainilla, Nuéz - moscada, clavo ó anís             | Caramelo                            | Cítrico             | 3.0 a 3.5        |
| Naranja          | Aceite de naranja y jugo de naranja                                 | Sunset Yellow, Ponceau ó Tartrazine | Cítrico             | 2.0 a 2.5        |
| Fresa            | Aldehido C <sub>16</sub>                                            | Amaranth                            | Tartárico           | 2.0 a 2.5        |
| Uva              | Antranilato de Metilo, Aceite de Cognac y algunas veces jugo de uva | Amaranth y Brilliant Blue           | Tartárico           | 2.0 a 2.5        |
| Limón            | Aceite de limón                                                     | Ninguno                             | Cítrico             | 3.0 a 3.5        |
| Limón            | Jugo y Aceite de limón                                              | Tartrazine                          | Cítrico             | 1.5 a 2.0        |
| Durazno          | Aldehido C <sub>14</sub>                                            | Tartrazine                          | Cítrico             | 2.0 a 2.5        |
| Cereza           | Benzaldehído ó Aceite de Almen dras amargas                         | Amaranth                            | Tartárico ó Cítrico | 2.0 a 2.5        |
| Tom Collins      | Jugo de limón                                                       | Ninguno                             | Cítrico             | 4.0 a 4.5        |

C A P I T U L O    I I   A .  
M E R C A D O T E C N I A

1).- MERCADO NACIONAL. En el período comprendido entre 1955 y 1961, hubo un incremento considerable en la producción, ya que ésta aumentó 1.74 veces en proporción con la población del país, la cuál fue solamente de 1.21 veces. La siguiente tabla muestra el movimiento de población total, la población infantil (niños menores de 1 año) y las respectivas producciones de refresco durante el citado período.

**TABLA N° 4**

| INCREMENTOS DE POBLACION Y PRODUCCION DE REFRESCOS<br>DE 1955 a 1961 |                                           |                                      |                                 |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| AÑOS                                                                 | POBLACION TOTAL EN<br>MILES DE HABITANTES | POBLACION INFANTIL<br>MILES DE NIÑOS | REFRESCOS EN MILES<br>DE LITROS |
| 1955                                                                 | 29,579                                    | 1,338                                | 1,063,203                       |
| 1956                                                                 | 30,538                                    | 1,428                                | 1,407,183                       |
| 1957                                                                 | 31,426                                    | 1,485                                | 1,494,866                       |
| 1958                                                                 | 32,348                                    | 1,448                                | 1,452,560                       |
| 1959                                                                 | 33,304                                    | 1,590                                | 1,895,112                       |
| 1960                                                                 | 34,988                                    | 1,644                                | 2,004,788                       |
| 1961                                                                 | 36,091                                    | 1,698                                | 1,854,156                       |

Con el objeto de determinar el consumo de refrescos "per cápita", se debe considerar que no toda la población ingiere bebidas refrescantes, la población infantil y un gran número de personas por diferentes circunstancias, siendo la principal la carencia de recursos económicos, no acostumbra beberlos, pero deduciendo de la población total la población infantil, se estimarán los consumidores potenciales del producto.

El incremento en la producción de refrescos de 1955 a 1961 fue de 790,953 millones de litros correspondiendo respectivamente a 6,412,000 de habitantes como incremento de población en ese mismo lapso, lo cuál, significa un aumento del consumo "per cápita" de 37.5 litros por habitante a 54 litros por habitante, lo que corresponde a una tasa de crecimiento anual de 2.75 litros por habitante; la variación total de 16.5 litros corresponde a un 43% de incremento en el consumo "per cápita" y se debe principalmente a una mayor capacidad de compra de los habitantes y carencia de suministro de agua en ciertas zonas.

Aunque en la tabla N<sup>o</sup> 4, los datos de producción anual corresponden al total de litros fabricados durante el año por todos los embotelladores, los refrescos se expenden en diferentes tamaños, siendo los más comunes: 192.2 ml., 295.4 ml., 414 ml., y 770 ml. En la tabla N<sup>o</sup> 5 se puede observar la forma en que se distribuyen los refrescos embotellados en toda la república en-

37.5 x 100% = 43%

el año de 1960 de acuerdo con sus tamaños.

Los resultados de éstos datos estadísticos nos indican que el tamaño más popular es el de 355 mililitros y que representa el 49.2% del consumo total en la República, la columna de otros tamaños se refiere a botellas con diferentes capacidades de las anotadas en las demás columnas, esto es, tamaños de 177.5 ml.,- 236.5 ml., 444 ml., 888 ml., etc.

La industria embotelladora de refrescos está integrada por 777 plantas distribuidoras en toda la República según cinco zonas de clasificación de la Dirección General de Estadística dependiente de la Secretaría de Industria y Comercio. Estos datos son hasta el mes de Enero de 1962.

**TABLA N° 5**

DISTRIBUCION DE LAS VENTAS TOTALES POR ESTADO Y  
POR CAPACIDAD DE BOTELLA EXPRESADA EN % DE LAS  
VENTAS TOTALES DE CADA ESTADO DE LA REPUBLICA

| ENTIDAD              | MILES DE<br>BOTELLAS<br>TOTALES | 192.2<br>ml.<br>% | 295.7<br>ml.<br>% | 355.0<br>ml.<br>% | 414.0<br>ml.<br>% | 770.0<br>ml.<br>% | OTROS<br>TAM.<br>% |
|----------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Aguascalientes       | 111,516                         | 59.5              | 2.2               | 30.8              | -                 | -                 | 7.5                |
| B. Calif. Norte      | 99,862                          | 12.6              | 11.6              | 18.1              | -                 | 6.5               | 51.2               |
| B. Calif. Sur        | 3,088                           | 9.5               | 10.9              | 1.8               | -                 | -                 | 77.8               |
| Campeche             | 2,013                           | 50.3              | -                 | 49.7              | -                 | -                 | -                  |
| Coahuila             | 265,314                         | 17.5              | 1.7               | 46.7              | 0.2               | 0.7               | 33.2               |
| Colima               | 24,812                          | 68.4              | 2.6               | 25.3              | -                 | -                 | 3.7                |
| Chiapas              | 35,788                          | 46.6              | 0.8               | 37.5              | -                 | -                 | 15.1               |
| Chihuahua            | 219,303                         | 25.3              | 5.5               | 59.7              | -                 | -                 | 9.5                |
| Distrito Federal     | 944,859                         | 5.6               | 7.8               | 40.8              | 15.6              | 2.9               | 27.3               |
| Durango              | 84,593                          | 30.1              | 7.0               | 58.2              | -                 | -                 | 4.7                |
| Guanajuato           | 208,553                         | 32.9              | 10.7              | 46.4              | 7.2               | -                 | 2.8                |
| Guerrero             | 73,952                          | 33.2              | 66.0              | -                 | -                 | -                 | 0.8                |
| Hidalgo              | 23,483                          | 56.6              | 26.5              | 13.9              | -                 | -                 | 3.0                |
| Jalisco              | 366,391                         | 31.0              | 15.2              | 48.3              | 3.3               | -                 | 2.2                |
| México               | 75,374                          | 16.4              | 12.2              | 58.8              | -                 | 0.4               | 12.4               |
| Michoacán            | 144,129                         | 19.4              | 18.8              | 40.4              | 5.7               | -                 | 15.7               |
| Morelos              | 36,265                          | 45.5              | 5.6               | 36.8              | -                 | 0.9               | 11.2               |
| Nayarit              | 44,257                          | 25.8              | 5.1               | 63.3              | -                 | -                 | 5.8                |
| Nuevo León           | 322,550                         | 23.6              | 15.3              | 53.4              | -                 | -                 | 7.7                |
| Oaxaca               | 44,634                          | 17.7              | 1.6               | 76.5              | -                 | -                 | 4.2                |
| Puebla               | 300,007                         | 7.9               | 1.4               | 71.3              | 4.4               | 1.0               | 14.0               |
| Querétaro            | 42,202                          | 26.9              | 0.1               | 73.0              | -                 | -                 | -                  |
| San Luis Potosí      | 72,944                          | 12.1              | 15.7              | 69.2              | -                 | -                 | 3.0                |
| Sinaloa              | 183,168                         | 36.8              | -                 | 52.8              | 7.9               | -                 | 2.4                |
| Sonora               | 122,106                         | 29.3              | 1.2               | 52.3              | 4.8               | 1.1               | 11.3               |
| Tabasco              | 26,481                          | 30.8              | 7.0               | 56.1              | -                 | 2.7               | 3.4                |
| Tamaulipas           | 280,484                         | 47.4              | 0.4               | 43.3              | 4.7               | -                 | 4.2                |
| Tlaxcala             | -51                             | -                 | -                 | 62.7              | -                 | -                 | 37.3               |
| Veracruz             | 288,176                         | 32.3              | 2.6               | 46.3              | 11.0              | -                 | 7.8                |
| Yucatán              | 109,028                         | 20.6              | 29.9              | 43.9              | -                 | -                 | 5.6                |
| Zacatecas            | 5,274                           | 70.1              | 2.3               | 13.4              | -                 | -                 | 14.2               |
| Quintana Roo         | 160                             | -                 | -                 | -                 | -                 | -                 | 100.0              |
| <b>T O T A L E S</b> | <b>4'560,817</b>                | <b>25.3</b>       | <b>7.6</b>        | <b>49.2</b>       | <b>5.8</b>        | <b>0.9</b>        | <b>11.2</b>        |

7,335,788

Con el objeto de deducir las velocidades de producción promedio expresadas en Botellas Por Día (BPD) y botellas por minuto (BPM), utilizaremos los datos de la tabla de distribución por zonas (tabla N<sup>o</sup> 6), y la tabla de ventas totales por estado y capacidad de botella.

Para formarnos un criterio más firme, consideraremos 300 días hábiles al año y 15 horas de producción por día, en ésta forma, en la columna de BPM se localizan las producciones promedio de cada planta por estado y por zona, y se observará que las mayores producciones corresponden al Distrito Federal con 130 botellas por minuto y al estado de Nuevo León con 108.7 ... b.p.m. Las producciones en menor escala están localizadas en los estados de Querétaro, Aguascalientes, Coahuila, Tamaulipas, Yucatán y Sinaloa.

**TABLA N°6**

| DISTRIBUCION DE LAS PLANTAS EMBOTELLADORAS<br>POR ZONA Y POR ESTADO |                |                                                                                                                                             |                                                            |                |
|---------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------|
| NUM. ZONA                                                           | ESTADOS        | PLANTAS -<br>POR EDO.                                                                                                                       | PLANTAS -<br>POR ZONA                                      | % DEL<br>TOTAL |
| 1                                                                   | Pacífico Norte | B. Calif. N<br>B. Calif. S<br>Nayarit<br>Sinaloa<br>Sonora                                                                                  | 17<br>5<br>11<br>14<br>26                                  | 73<br>9.40     |
| 2                                                                   | Golfo          | Campeche<br>Quintana Roo<br>Tabasco<br>Veracruz<br>Yucatán                                                                                  | 4<br>2<br>43<br>63<br>8                                    | 120<br>15.44   |
| 3                                                                   | Norte          | Coahuila<br>Durango<br>Chihuahua<br>Nuevo León<br>San Luis Potosí<br>Tamaulipas<br>Zacatecas                                                | 15<br>13<br>30<br>11<br>21<br>20<br>15                     | 125<br>16.09   |
| 4                                                                   | Pacífico Sur   | Colima<br>Chiapas<br>Guerrero<br>Oaxaca                                                                                                     | 5<br>75<br>18<br>102                                       | 200<br>25.74   |
| 5                                                                   | Centro         | Aguascalientes<br>Guanajuato<br>Distrito Federal<br>Hidalgo<br>Jalisco<br>México<br>Michoacán<br>Morelos<br>Puebla<br>Querétaro<br>Tlaxcala | 6<br>26<br>27<br>27<br>43<br>35<br>44<br>7<br>40<br>2<br>2 | 259<br>33.33   |
| T O T A L E S:                                                      |                |                                                                                                                                             | 777                                                        | 777<br>100.00  |

En esta misma tabla, podemos deducir que las velocidades-- de producción expresadas en botellas por minuto son bastante -- bajas en general, considerando que en la actualidad los equi -- pos de embotellado son capaces de desarrollar velocidades mu -- cho más altas de acuerdo con las especificaciones proporciona-- das en los catálogos de los fabricantes de dichos equipos sin-- embargo, ésta situación se debe a la existencia de equipos vie-- jos cuyas velocidades de producción son consecuentemente bajas, ya que el costo aproximado de una línea de producción nueva se-- cotiza en 4.5 millones de pesos.

Si analizamos las velocidades de producción actuales con-- tra las velocidades de catálogo, las eficiencias de producción-- serán notablemente inferiores al 75%, y en ésta baja eficiencia desde luego influye la falta de atención a los programas de man-- tenimiento preventivo y cuadros de lubricación apropiados que -- deben diseñarse y llevar a cabo en cada planta. (La demanda in-- hibe llevar a cabo éstos programas.)

En la tabla N<sup>o</sup> 7, observaremos las velocidades de produc -- ción promedio por zona, por estado y por planta. Dividiendo la-- producción total (en miles de botellas) entre el número de plan-- tas existentes en el correspondiente estado, se obtendrá la -- producción promedio por planta, si a éste número obtenido lo di-- vidimos entre trescientos, que son los días hábiles del año a --

proximadamente, obtendremos la producción promedio por planta expresada en botellas por día (B. P. D.), si aún dividimos la producción en botellas por día entre 15 que son las horas de producción por día que habíamos considerado, obtendremos la producción promedio por planta expresada en Botellas, por hora (B. P. H.), - esta producción será necesario volverla a dividir entre 60 y obtendremos la producción promedio por planta en botellas por minuto, (B. P. M.), que es el resultado que observamos en la tabla - Nº 7.

**TABLA N° 7**

| VELOCIDADES DE PRODUCCION PROMEDIO POR PLANTAS<br>EXPRESADAS EN BOTELLAS POR MINUTO (B. P. M.) |                                        |                         |                                         |                  |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------|------------------|------------------|
| ENTIDAD                                                                                        | PRODUCCION<br>TOTAL, MI-<br>LES DE BOT | NUMERO<br>DE<br>PLANTAS | PRODUCC<br>MILES -<br>BOT. P/<br>PLANTA | PRODUCC<br>B.P.D | PRODUCC<br>B.P.M |
| B. CALIF. N                                                                                    | 99,862                                 | 17                      | 5,874                                   | 19,580           | 21.7             |
| B. CALIF. S                                                                                    | 3,088                                  | 5                       | 617                                     | 2,056            | 2.2              |
| NAYARIT                                                                                        | 44,257                                 | 11                      | 4,020                                   | 13,200           | 14.6             |
| SINALOA                                                                                        | 183,168                                | 14                      | 13,100                                  | 43,600           | 48.4             |
| SONORA                                                                                         | 122,106                                | 26                      | 4,790                                   | 15,900           | 17.6             |
| CAMPECHE                                                                                       | 2,013                                  | 4                       | 502                                     | 1,680            | 1.8              |
| QUINTANA ROO                                                                                   | 160                                    | 2                       | 80                                      | 268              | 0.3              |
| TABASCO                                                                                        | 26,481                                 | 43                      | 613                                     | 2,050            | 2.2              |
| VERACRUZ                                                                                       | 288,176                                | 63                      | 4,570                                   | 15,200           | 16.0             |
| YUCATAN                                                                                        | 109,028                                | 8                       | 13,600                                  | 45,200           | 50.2             |
| COAHUILA                                                                                       | 265,314                                | 15                      | 17,670                                  | 58,900           | 65.4             |
| DURANGO                                                                                        | 84,593                                 | 13                      | 6,500                                   | 21,600           | 24.0             |
| CHIHUAHUA                                                                                      | 219,303                                | 30                      | 7,300                                   | 24,300           | 27.0             |
| NUEVO LEON                                                                                     | 322,550                                | 11                      | 29,300                                  | 97,900           | 108.7            |
| SAN LUIS POTOSI                                                                                | 72,944                                 | 21                      | 3,460                                   | 11,500           | 12.7             |
| TAMAULIPAS                                                                                     | 280,484                                | 20                      | 14,050                                  | 46,800           | 52.0             |
| ZACATECAS                                                                                      | 5,274                                  | 15                      | 351                                     | 1,170            | 1.3              |
| COLIMA                                                                                         | 24,812                                 | 5                       | 4,962                                   | 16,500           | 18.3             |
| CHIAPAS                                                                                        | 35,788                                 | 75                      | 478                                     | 1,590            | 1.7              |
| GUERRERO                                                                                       | 73,952                                 | 18                      | 4,100                                   | 13,700           | 15.2             |
| OAXACA                                                                                         | 44,634                                 | 102                     | 436                                     | 1,458            | 1.6              |
| AGUASCALIENTES                                                                                 | 111,516                                | 6                       | 18,400                                  | 61,200           | 68.0             |
| DISTRITO FEDERAL                                                                               | 944,859                                | 27                      | 35,000                                  | 117,000          | 130.0            |
| GUANAJUATO                                                                                     | 208,553                                | 26                      | 8,100                                   | 27,100           | 30.0             |
| HIDALGO                                                                                        | 23,483                                 | 27                      | 868                                     | 2,880            | 3.2              |
| JALISCO                                                                                        | 366,391                                | 43                      | 8,520                                   | 28,400           | 31.5             |
| MEXICO                                                                                         | 75,374                                 | 35                      | 2,160                                   | 7,200            | 8.0              |
| MICHOACAN                                                                                      | 144,129                                | 44                      | 3,270                                   | 10,900           | 12.1             |
| MORELOS                                                                                        | 36,265                                 | 7                       | 5,180                                   | 17,220           | 19.1             |
| PUEBLA                                                                                         | 300,007                                | 40                      | 7,500                                   | 25,000           | 27.7             |
| QUERETARO                                                                                      | 42,202                                 | 2                       | 21,101                                  | 70,300           | 78.0             |
| TLAXCALA                                                                                       | 51                                     | 2                       | 25                                      | 80               | 0.1              |

2).- ESTUDIO DE MERCADO EN EL DISTRITO FEDERAL. El Distrito Federal, tiene una superficie aproximada de 1,500 kilómetros cuadrados, y su población, va en aumento año con año, por tal motivo, su densidad de población expresada en Habitantes/kilómetro cuadrado, ha ido variando a través del tiempo, esto es:

**TABLA N° 8**

| AÑO  | HABITANTES | DENSIDAD DE POBLACION HAB/KM <sup>2</sup> | % DE AUMENTO |
|------|------------|-------------------------------------------|--------------|
| 1961 | 5,147,055  | 3431.3                                    | - -          |
| 1962 | 5,438,893  | 3625.9                                    | 5.5          |
| 1963 | 5,747,278  | 3831.5                                    | 5.0          |
| 1964 | 6,073,149  | 4048.7                                    | 5.5          |
| 1965 | 6,417,479  | 4278.3                                    | 5.5          |
| 1966 | 6,766,325  | 4510.8                                    | 5.6          |
| 1967 | 7,102,631  | 4735.1                                    | 4.9          |

Observando ésta tabla, podemos apreciar que el aumento de densidad de población es de <sup>5.3</sup>5.5% casi en forma constante en los últimos seis años, ésto nos dará una vaga idea del mercado potencial en cuanto a bebidas refrescantes se refiere; si a la producción de refrescos expresada en botellas por año la relacionamos con la población anual, tendremos el consumo aproximado de botellas per-cápita, esto es:

TABLA N<sup>o</sup> 9

| AÑO  | POBLACION | PRODUCCION EN MILLONES DE BOTELLAS | BOTELLAS PER CAPITA |
|------|-----------|------------------------------------|---------------------|
| 1961 | 5,147,055 | 1572.0                             | 303                 |
| 1962 | 5,438,893 | 1708.8                             | 316                 |
| 1963 | 5,747,278 | 1845.6                             | 322                 |
| 1964 | 6,073,149 | 2136.0                             | 350                 |
| 1965 | 6,417,479 | 2169.6                             | 342                 |
| 1966 | 6,766,325 | 2457.6                             | 368                 |
| 1967 | 7,102,631 | 2585.4                             | 403                 |

De la tabla anterior se deduce que conforme aumenta la población, aumenta también el consumo "per-cápita" de bebidas refrescantes, ahora bien, en virtud de la gran densidad de población existente en el Distrito Federal, y el consumo "per cápita", podemos decir que en cualquier parte del Distrito Federal, se puede adquirir un refresco sin mucho problema.

De la producción total en el año de 1967, el 93% fue de refrescos de sabores, y el 7% restante fue de aguas minerales y Ginger Ale de ese 93% correspondió un 39% a los refrescos de cola, 25% a los refrescos de naranja, y el resto a los demás sabores. (limón, toronja, manzana, etc.)

Desgraciadamente son muy escasos los datos que existen para saber el consumo real de refrescos en cada delegación del Distri-

to Federal, la Dirección General de Estadística dependiente de la Secretaría de Industria y Comercio, solo recabó datos de producción hasta 1962, así es de que para la localización de una planta, nos vemos en la imperiosa necesidad de seleccionar las zonas de consumo por medio de datos de población, para lo cuál construiremos la siguiente tabla que nos da idea de la población en cada delegación del Distrito Federal, según los censos nacionales de población en los años 1950 y 1960 respectivamente.

**TABLA N° 10**

| D E L E G A C I O N    | POBLACION EN MILES DE HABITANTES |         |
|------------------------|----------------------------------|---------|
|                        | 1950                             | 1960    |
| a) Ciudad de México    | 2,300.0                          | 2,832.0 |
| b) Atzacapotzalco      | 117.6                            | 370.7   |
| c) Gustavo A. Madero   | 70.0                             | 579.2   |
| d) Ixtacalco           | 17.0                             | 198.9   |
| e) Ixtapalapa          | 40.0                             | 254.4   |
| f) Coyoacán            | 60.0                             | 169.8   |
| g) Magdalena Contreras | 20.0                             | 40.7    |
| h) Alvaro Obregón      | 55.0                             | 220.0   |
| i) Cuajimalpa          | 9.0                              | 19.2    |
| j) Tlalpan             | 20.0                             | 61.2    |
| k) Xochimilco          | 55.0                             | 70.4    |
| l) Milpa Alta          | 22.0                             | 24.4    |
| m) Tlahuac             | 14.3                             | 21.7    |

Haciendo un análisis detenido de éstos datos, podemos concluir que en la zona sur del Distrito Federal podría ser posible la instalación de una planta embotelladora de refrescos en virtud de que se tienen en general buenas vías de comunicación y por tanto un buen abastecimiento de las principales materias primas utilizadas en la elaboración de refrescos.

El problema de la localización de la planta, lo trataremos en posteriores capítulos.

c).- POTENCIALIDAD ECONOMICA DEL TIPO DE POBLACION EN EL D. F.

De la observación de las tablas 8 u 9 podemos apreciar que el aumento de densidad de población es de 5.5% en forma casi invariable durante los últimos 6 años, así como también vemos que el incremento "per-cápita" en esos mismos años va en aumento aunque no constante pues se observa una depresión en el consumo "per-cápita" en el año 1965 con respecto al año anterior, ahora, conforme aumenta la densidad de población aumenta también el consumo "per-cápita".

Ahora, si comparamos el consumo de refrescos en nuestro país, con el de otros países, se advierte que las cifras correspondientes a México, se encuentran más bien entre los consumidores medianos, no se ignoran también los factores climatológicos de otros países que de ninguna manera dejan de ser razón para el consumo. De hecho, el factor económico tiene una in -

fluencia determinante en esa situación, pues aún considerando - las condiciones benignas del clima en la mayor parte del país, - hemos de reconocer que las condiciones económicas de una gran - parte del país, deja mucho que desear y por consiguiente queda - aún un amplio margen para mejorar el consumo de refrescos en el país.

Solo se hará un análisis sencillo de los factores que han - condicionado la magnitud del consumo de refrescos en el país.

- a).- Influencia de los ingresos del consumidor, según parece, este factor es determinante en el consumo.
- b).- Influencia del precio; uno de los factores que hay - que tener en cuenta en el consumo es la elasticidad - "Precio de la demanda", este factor mide la variación en la demanda de un producto como consecuencia de cambios en el precio del mismo, esos cambios son para artículos de consumo común en sentido inverso, incremento en el precio que se traduce en contracciones de la demanda y reducciones en el precio producen el fenómeno contrario.

TABLA N<sup>o</sup> 11

| INGRESO FAMILIAR MENSUAL EN \$ |            | % POBLACION |
|--------------------------------|------------|-------------|
| \$ 0.00 a                      | \$ 300.00  | 15.9 %      |
| \$ 301.00 a                    | \$ 600.00  | 24.1 %      |
| \$ 601.00 a                    | \$ 1000.00 | 21.9 %      |
| \$ 1001.00 a                   | \$ 1500.00 | 11.2 %      |
| \$ 1501.00 a                   | \$ 3000.00 | 16.3 %      |
| \$ 3001.00 a                   | \$ 4500.00 | 5.6 %       |
| \$ 4501.00 a                   | \$ 6000.00 | 2.2 %       |
| \$ 6001.00 en                  | ADELANTE   | 2.8 %       |

100.0

### C A P I T U L O   I I I   A .

#### DESARROLLO Y EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO

1).- GENERALIDADES. Un proyecto para una planta embotelladora, puede tener alguno de los tres objetivos siguientes:

- a).- El diseño y la erección de una nueva planta.
- b).- El diseño y la erección de un anexo a una planta ya instalada.
- c).- El arreglo y modernización de una planta que ya existía.

El proyecto nace en el momento en que los ejecutivos de la empresa deciden que se debe estudiar alguno de los objetivos antes mencionados, y se encomienda a un grupo de técnicos para investigarlo, por lo tanto, se hace entonces un estudio preliminar y si éste parece conveniente, se hacen posteriormente análisis más detallados; ésto dará a la gerencia de la empresa datos suficientes para tomar una decisión segura sobre la conveniencia de autorizar tiempo, hombres y dinero para la ejecución del proyecto.

El momento exacto en que se concede la autorización, varía entre las diferentes empresas, y está de acuerdo con el volumen de la inversión presupuestada.

Antes de que se empiece el estudio, debe presentarse al grupo encargado del diseño un informe claro y conciso del proyecto con todas las especificaciones del proceso, todos los datos de laboratorio y hechos químicos ó sobre ingeniería posibles, el grupo de diseño deberá integrar los factores técnicos con los económicos, y algunas veces el estudio del diseño progresa hasta un punto tal donde se deben obtener más datos para completar un diseño digno de confianza.

En éste caso, el grupo de investigación y desarrollo debe cooperar en la obtención de esos datos.

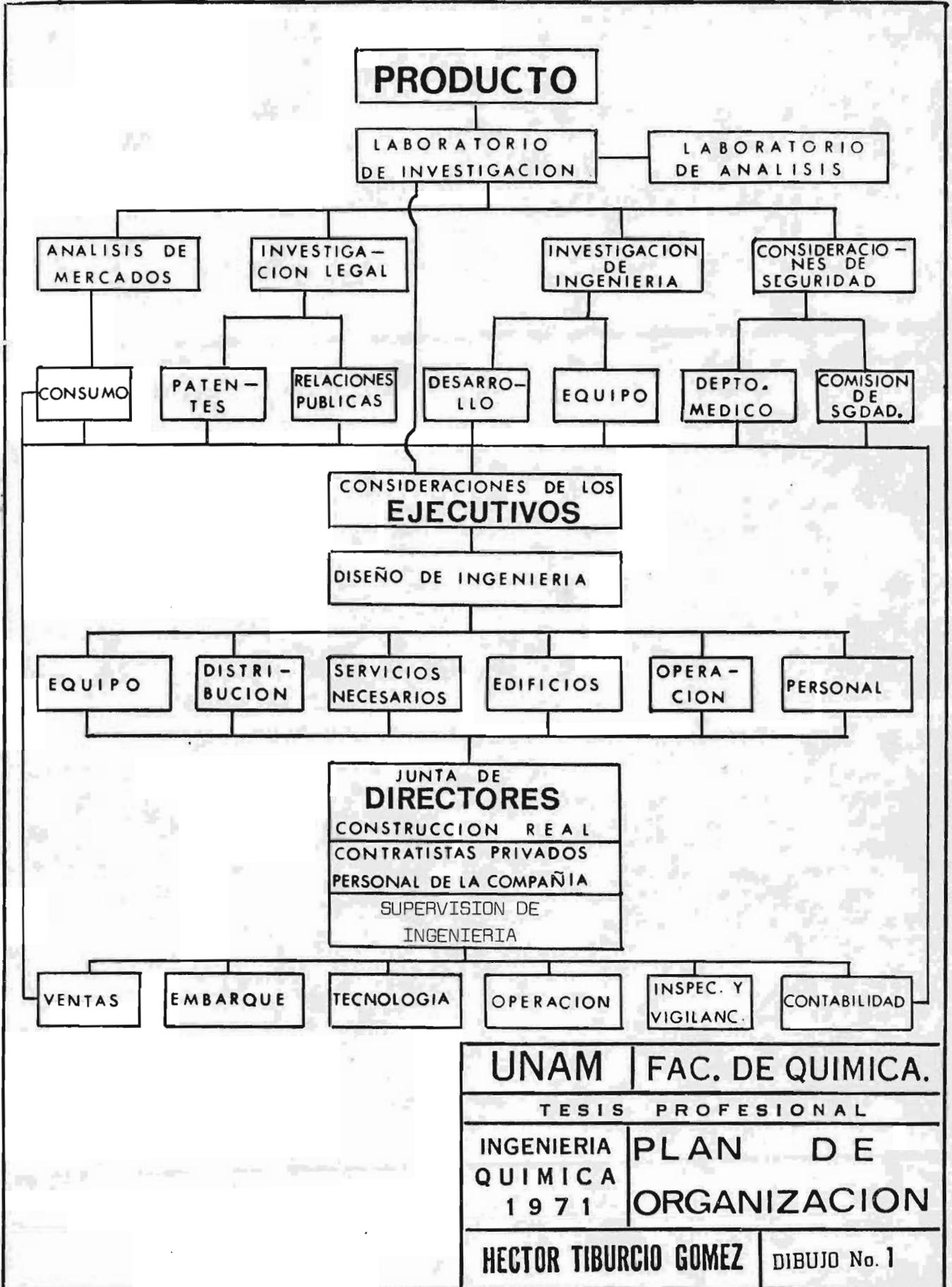
Las relaciones entre los diferentes pasos de un desarrollo deben organizarse perfectamente; la evolución lógica de un proceso se puede llevar a cabo a través de los siguientes pasos:

- a).- Investigación del proceso (biblioteca y laboratorio)
- b).- Evaluación de su comercialización
- c).- Desarrollo del proceso
- d).- Estudios preliminares de Ingeniería
- e).- Erección de la planta

Los cuatro primeros puntos pueden llevarse simultáneamente

en vista de que el presupuesto para ese trabajo suele ser pequeño en comparación con el costo de la planta comercial. Una parte muy importante para el éxito en el desarrollo de un proyecto es la organización del personal dentro de la empresa para manejar los diferentes aspectos del trabajo; a medida que el proyecto se va desarrollando, es esencial obtener de cuando en cuando sugerencias y críticas del personal de los diferentes departamentos, ésto se puede lograr mediante conferencias, y/o circulación de los informes de progreso.

2).- INVESTIGACION DEL PROCESO. El método adecuado a seguir, depende del tamaño y distribución física de la compañía, como ilustración de las necesidades que existen con respecto al diseño, se muestra el siguiente plan general de organización con la intervención de cada uno de los departamentos durante las diversas fases del desarrollo de una planta.



UNAM | FAC. DE QUIMICA.

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA  
QUIMICA  
1971

PLAN DE  
ORGANIZACION

HECTOR TIBURCIO GOMEZ

DIBUJO No. 1

De éste plan general de organización, trataremos lo más importante que debe estudiarse ó vigilarse de cada cuadro, de la siguiente forma:

|                              |                                                                                                                                                                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PRODUCTO                     | Calidad, cantidad, forma y usos.                                                                                                                                    |
| LABORATORIO DE INVESTIGACION | Resúmen de la investigación, reacciones químicas y físicas, limitaciones, temperaturas, presiones, velocidades, proporciones y tiempos.                             |
| LABORATORIO DE INSPECCION    | Análisis de materias primas, de productos intermedios y productos finales.                                                                                          |
| CONSUMO                      | Local y nacional, producción local y nacional, prueba del consumidor, empaque y riesgos.                                                                            |
| PATENTES                     | Solicitud, disponibilidad (cesión ó compra), intercambio e interferencia, expiración de pendientes, marcas registradas y derechos.                                  |
| RELACIONES PUBLICAS          | Zona, ordenanzas locales, leyes estatales y federales, contaminación de corrientes, ó atmosférica, tarifas, salubridad, riesgos.                                    |
| DESARROLLO                   | Comprobación del proceso, materias primas, materiales de construcción, diagramas, balance de materiales, balance de energía, cálculos preliminares y comparaciones. |
| EQUIPO                       | Servicio del equipo, condiciones de operación, trabajo, distribución instalación, refacciones e inversión preliminar.                                               |
| DEPARTAMENTO MEDICO          | Riesgos para usuarios, trabajadores y personal, desperdicios, humo, polvos, etc.                                                                                    |
| COMISION DE SEGURIDAD        | Fuego, explosión, contaminación, descomposición, corrosión, ruptura.                                                                                                |
| EQUIPO DISEÑADO              | Tipos de servicio, diseño normal, diseño especial, especificaciones, selección, accesorios, inspección y vigilancia                                                 |

|                         |                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         | cia, así como costos.                                                                                                                                                                     |
| DISTRIBUCION            | Flujo económico de materiales, servicios, distribución de equipo, almacenamiento, transporte y expansión.                                                                                 |
| SERVICIOS NECESARIOS    | Vapor alta y baja presión, agua cruda y tratada, aire, gas, electricidad, drenaje, ventilación, temperaturas y presiones.                                                                 |
| EDIFICIOS               | Existentes, reacondicionamiento, diseño nuevo, servicios de la planta, acondicionamiento, protección, costo.                                                                              |
| OPERACION               | Secuencia, condiciones, Manual, automática, pruebas.                                                                                                                                      |
| PERSONAL                | Operadores, supervisión, mano de obra común, mano de obra especializada, ingenieros de inspección, químicos de laboratorio y personal de oficina, personal de maniobras generales.        |
| GRUPO DE VENTAS         | Demanda del producto, prueba del consumidor, demanda de servicio, quejas, servicio de ventas, competencia y distribución.                                                                 |
| EMBARQUE                | Empaque, almacenamiento, pesaje y envío.                                                                                                                                                  |
| TECNOLOGIA              | Prueba del proceso, prueba del equipo, afinación de la planta, preparación de gráficas, formas, tablas, cartas y normas de operación, comprobación de errores y descuidos.                |
| OPERACION RUTINARIA     | Operadores, supervisión, mantenimiento suministros y refacciones.                                                                                                                         |
| INSPECCION Y VIGILANCIA | Pruebas de rutina, pruebas de calidad, registros de presión y temperaturas, registros de producción.                                                                                      |
| CONTABILIDAD            | Costo de materiales, costo de mano de obra, costo de supervisión, costo de servicios, costo de suministros, costo de ventas, inventarios, balances, estados de pérdidas y ganancias, etc. |

3).- FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL DISEÑO. Los factores que intervienen en el diseño de una planta industrial, son básicamente cuatro, a saber:

- a).- FACTORES TECNICOS
- b).- FACTORES ECONOMICOS
- c).- FACTORES LEGALES
- d).- FACTORES DE HIGIENE Y SEGURIDAD

Es de gran importancia para una investigación cuidadosa, - destacar los factores que desempeñaran un papel relevante, no solo en el diseño mismo, sino también en la construcción y operación de una planta, por esta razón enumeraremos a continuación los detalles que abarcan dichos factores.

a).- FACTORES TECNICOS

I).- MERCADO

- Uso y formas del producto
- Calidad
- Cantidad
- Disponibilidad
- Importaciones
- Exportaciones
- Tarifas
- Acuerdos comerciales

II).- DIAGRAMAS DE FLUJO

- Flujo de materiales
- Flujo del proceso
- Balance de materiales
- Balance de energía
- Manipulación de materiales
- Almacenamiento
- Expansión
- Mano de obra necesaria

III).- EQUIPO

Tipos de servicio  
Diseño normal  
Diseño especial  
Materiales de construcción  
Especificaciones  
Distribución  
Accesorios  
Inspección y vigilancia  
Riesgos

IV).- LOCALIZACION

Mercado  
Transportes  
Materias primas  
Mano de obra  
Agua  
Energía eléctrica  
Combustibles  
Interrelaciones económicas  
Servicios  
Terreno. Características naturales  
Edificios necesarios  
Mejoras públicas  
Fases legales

V).- EDIFICACIONES

Cimientos  
Drenajes  
Tipos de construcción  
Acondicionamiento de aire  
Iluminación  
Energía  
Protección contra incendios  
Sanidad  
Riesgos

VI).- DESARROLLO

Investigación del proceso  
Investigación de materiales  
Selección del proceso

b).- FACTORES ECONOMICOS

I).- COSTOS DE FABRICACION

Materias primas  
Combustibles

Energía eléctrica  
Mano de obra  
Supervisión  
Embarque

II).- COSTOS FIJOS

Trabajo oficinas  
Ventas  
Investigación técnica  
Depreciación  
Impuestos  
Seguros

III).- COSTOS DE EQUIPO

Desembolso de capital  
Reparaciones, mantenimiento  
Depreciación  
Obsolescencia

IV).- COSTO DE INMUEBLES

Capital necesario  
Reparaciones  
Mejoras  
Ventajas naturales  
Valor publicitario

V).- RIESGOS

Aumento en el seguro  
Aumento en los costos de fabricación  
Deterioro de la calidad  
Pérdida de producción  
Pérdida de horas-hombre  
Reclamaciones por incapacidad

c).- FACTORES LEGALES

I).- PATENTES

De producto  
De proceso  
De equipo  
De aplicación  
Pendientes y vencidas  
Interferencia de patentes  
Disponibilidad

Cesión  
Compra  
Arreglos, regalías  
Marcas registradas  
Derechos de impresión

II).- RELACIONES PUBLICAS

Leyes municipales  
Leyes estatales  
Leyes Federales  
Contaminación de corrientes de agua  
Contaminación atmosférica  
Reclamaciones  
Riesgos

III).- CONTRATOS

Compras y Ventas  
Seguros  
Patentes  
Inmobiliarias

d).- FACTORES DE HIGIENE Y SEGURIDAD

I).- RIESGOS EN EDIFICACIONES

Construcción  
Protección contra incendio  
Ventilación  
Iluminación  
Plomería  
Espacios libres  
Temblores

II).- RIESGOS EN EL EQUIPO

Localización del equipo  
Herramientas  
Guardas  
Reguladores  
Soportes  
Rupturas  
Fugas en líneas

III).- RIESGOS EN EL PROCESO.

Explosión, incendio  
Fuego  
Descomposición

Combustión  
Vapores ó Gases tóxicos  
Electricidad estática

IV).- HIGIENE

Disposición de desperdicios  
Disposición de residuos  
Agua potable  
Drenajes  
Plomería

Hemos mencionado dos formas distintas de organizar los diferentes factores que intervienen en el diseño de una planta, sin embargo, cada diseño de cada planta, es un caso altamente especializado debido a que por lo regular cada planta depende de una empresa diferente, y además, las condiciones de cada localidad varían definitivamente.

4).- EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO. Los métodos para preparar una evaluación económica, son numerosos y varían como mencionamos anteriormente de una compañía a otra, en algunos casos puede recurrirse a procedimientos rápidos de estimación como base para justificar mayores gastos en un proyecto.

Cada método de evaluación económica necesita un análisis de costos de los siguientes puntos principales:

I).- INVERSION DEL CAPITAL

A).- CAPITAL FIJO PARA INSTALACIONES DE LA PLANTA

Terreno  
Construcciones  
Instalaciones para servicios

Equipo de proceso  
Instalaciones de almacenamiento  
Instalaciones auxiliares  
Instalaciones de emergencia

B).- CAPITAL DE TRABAJO

Inventario de materias primas  
Inventario de materiales en proceso  
Inventario de producto terminado  
Inventario de materiales para mantenimiento y reparaciones  
Cuentas por cobrar  
Reserva mínima en efectivo

II).- COSTOS TOTALES DEL PRODUCTO

A).- COSTOS DE PRODUCCION

Materias primas - 60%  
Recipientes y empaques 10%  
Costos de operación 1%  
a).- Mano de obra directa  
b).- Supervisión  
c).- Mantenimiento y reparaciones  
d).- Artículos y enseres varios (uniformes, guantes, herramientas, papel filtro, ayuda filtro, etc.)  
e).- Servicios  
1).- Electricidad  
2).- Vapor  
3).- Agua  
4).- Combustibles  
f).- Laboratorio de Control  
g).- Miscelánea  
Gastos generales  
a).- Prestaciones a empleados  
b).- Servicio médico  
c).- Cafetería  
d).- Compras  
e).- Talleres mecánico y automotriz  
f).- Protección a la propiedad  
g).- Supervisión general de la planta  
Depreciación  
Impuestos sobre la propiedad y seguros

B).- GASTOS GENERALES

Fletes  
Gastos de administración

Gastos de investigación  
Gastos de representación

III).- ANALISIS ECONOMICO

A).- PRECIO DE VENTA

Análisis de mercado

- a).- Relación de precio a volúmen presente y -  
previsto
- b).- Aplicaciones de los productos
- c).- Competencia

Impuestos

Ganancias netas

B).- RENTABILIDAD

Utilidades sobre la inversión

Gráficas de costos y ganancias

Otros métodos de análisis económicos

- a).- Tiempo en que se paga la planta (recupera-  
ción de la inversión)
- b).- Método de contabilidad
- c).- Método del inversionista
- d).- Valor actual del proyecto

Este plan general de evaluar un proyecto da una idea de como hacerlo en términos generales. Un estudio ó evaluación económica en detalle, cae fuera del objetivo del presente trabajo.

C A P I T U L O    I V A .

LOCALIZACION DE LA PLANTA

a).- GENERALIDADES. Si la planta embotelladora que se desea -  
construir no se localiza en la posición más favorable económica-  
mente hablando, pueden perderse las ventajas competitivas del -  
proceso tan cuidadosamente elaboradas durante las fases de inves-  
tigación y desarrollo.

Sin un estudio minucioso de todos los factores que deben -  
considerarse en la selección del lugar óptimo, la planta puede -  
resultar hasta inoperante si no se presta la debida atención a -  
todas sus necesidades.

La localización de una planta embotelladora depende por lo-  
regular, de su proximidad con los centros de consumo sobre todo-  
tratándose de grandes compañías que cubren la mayor parte del -  
mercado, en cambio las pequeñas sólo tienen importancia local ya  
que sus productos no rebasan los límites de una región determina-  
da.

Los factores que se consideran generalmente dentro de los aspectos económicos y de operabilidad en la localización de la planta se clasifican en dos grandes grupos, tales son:

Factores Primarios

Factores Específicos

Los factores primarios son los que influyen en la selección de una zona o región, mientras que los factores específicos son los que deciden el lugar exacto dentro de esa zona.

Todos los factores son importantes para la selección del lugar adecuado.

b).- Factores primarios

1.- Suministro de Materias Primas

- a).- Disponibilidad de proveedores existentes y futuros
- b).- Uso de materiales substitutos
- c).- Distancia

2.- Mercados

- a).- Demanda en función de la distancia
- b).- Crecimiento o disminución
- c).- Competencia presente y futura

3.- Suministro de Energía y Combustibles

- a).- Disponibilidad de Electricidad
- b).- Disponibilidad de varios tipos de combustibles
- c).- Reservas futuras
- d).- Costos

4.- Suministro de Agua

- a).- Calidad, temperatura, contenido de sólidos y de bacterias
- b).- Cantidad
- c).- Seguridad en el suministro
- d).- Costos

5.- Condiciones Climatológicas

- a).- Inversión necesaria para la construcción
- b).- Condiciones de humedad y temperatura
- c).- Huracanes, terremotos y tornados en el pasado

Suministro de materias primas:

Probablemente el factor que más influye en la selección del lugar es la localización de las materias primas necesarias para ésta industria, la distancia física no es el único factor regulado en este aspecto de las fuentes de materias primas, el precio y los gastos de compra, el precio básico del producto, las reservas existentes y la confiabilidad de dichas fuentes son también factores determinantes.

Mercados:

El problema de los mercados adquiere probablemente una importancia mayor por el hecho de que la industria embotelladora depende directamente de su localización precisamente en los lugares de mayor población y por lo tanto de consumo. La concentra -

ción de la industria embotelladora en las grandes ciudades es una evidencia de este hecho.

#### Suministro de Energía y Combustibles:

En vista de que las plantas embotelladoras se localizan por lo general dentro de ciudades, el suministro de energía eléctrica no tiene problemas salvo zonas no electrificadas ó bien con interrupciones constantes, sin embargo, no sucede lo mismo con los combustibles, ya que hay zonas muy alejadas de las refin---rías, por lo que el costo de los diferentes tipos de combusti---bles puede variar de ciudad a ciudad, en este caso, es aconsejable asegurar mediante contratos a largo plazo suficiente combustible con el objeto de garantizar la continuidad en las opera---ciones y tener suficiente combustible almacenado en tanques ó cisternas.

#### Suministro de Agua.

El agua para usos industriales puede obtenerse de una de dos fuentes: el servicio municipal ó un suministro privado de la planta. Si la demanda de agua es grande, resulta más económico para la industria proveerse así misma, perforando un pozo. Pruebas de laboratorio darán a conocer su temperatura, cantidad de sólidos disueltos, calidad, bacterias, etc., los costos del agua deberá uno consultarlos en la Oficina de Gobierno especializada. En capítulos posteriores hablaremos sobre el tratamiento del agua.

Condiciones Climatológicas:

Si la selección del lugar se hace en un clima caliente y húmedo adyacente al mar, deberán considerarse costos de mantenimiento mucho mayores que en un clima templado y poco húmedo sin problemas de corrosión es importante para la construcción tener en cuenta temblores, ciclones, etc.

c).- Factores Específicos:

1.- Transportes

a).- Disponibilidad de varios servicios

b).- Tarifas

c).- Vías de comunicación diversas

2.- Disposición de Residuos

a).- Leyes reguladoras

b).- Posibilidades de Contaminación de corrientes de aguas cercanas

c).- Posibilidades de Contaminación del aire

3.- Mano de Obra

a).- Disponibilidad de personal especializado

b).- Relaciones obrero-patronales (historia y estabilidad del área)

c).- Estabilidad de los salarios

4.- Leyes Reguladoras

a).- Reglamentos para la construcción

b).- Ordenanzas locales

c).- Restricciones

5.- Impuestos

a).- Federales, Estatales, Municipales, etc.

b).- Seguro por desempleo, Seguro Social, Reparto de utilidades, etc.

c).- Exenciones posibles

d).- Sobre la propiedad

e).- Otros

6.- Características del lugar

a).- Contorno del lugar

b).- Estructura del suelo

c).- Acceso a vías de comunicación

d).- Costo del terreno

e).- Terreno para expansiones futuras

7.- Peligros de incendio e inundación

a).- Riesgo de incendio en los alrededores

b).- Historia de inundaciones

c).- Sistemas de prevención

8.- Vulnerabilidad al ataque en tiempo de guerra

a).- Distancia con respecto a instalaciones importantes

b).- Concentración general de la industria

Transportes: La existencia de facilidades de transporte ha originado la creación de muchos grandes centros comerciales en el -

mundo, sin embargo, el carácter del negocio será el que determine el tipo de transporte que se deberá usar. Siempre que sea posible, deberá seleccionarse un lugar con una amplia red de vías de comunicación, en virtud de que el transporte de refrescos se hace generalmente en camiones, la futura planta embotelladora deberá situarse en un lugar donde haya fácil acceso a los centros de distribución, en general, buenas carreteras, avenidas, etc.,- informarse también del costo de los fletes para envíos más alejados de la zona donde se localiza la planta.

Disposición de Residuos. Averiguar las leyes reguladoras y las restricciones al respecto, ya que estas varían de Estado a Estado, así como también las posibles contaminaciones tanto de corrientes de agua como atmosféricas. La disposición de desperdicios es frecuentemente todo un problema por lo cuál, debe considerarse seriamente este punto en la selección del lugar, además, se debe investigar si se dispone de drenajes en las calles vecinas a la propiedad y comprobar su diámetro para ver si le es posible utilizarlo ó no, también es importante ver si los desperdicios son ácidos ó alcalinos, tóxicos, con excesivo contenido de sólidos, etc., por lo cuál, es conveniente consultar con las autoridades sanitarias locales.

Los desperdicios gaseosos, olores y humos, se han convertido en un motivo de preocupación para muchos industriales en particular para aquéllos situados cerca ó dentro de ciudades ó po -

blados, tal es el caso de las plantas embotelladoras, por lo - -  
cuál, muchas localidades han dictado reglamentos para regular en  
todas las épocas del año residuos tales como cenizas ligeras, -  
hollín y humo de calderas, etc., así como también toda clase de  
humos y olores nocivos.

Mano de Obra. Antes de localizar definitivamente una industria -  
deberá hacerse un estudio cuidadoso de la disponibilidad de mano  
de obra, los factores que deben considerarse son en estos estu -  
dios:

Disponibilidad

Clase

Diversidad

Inteligencia

Escala de Salarios

Eficiencia

Relaciones Obrero-patronales

Estabilidad de los salarios

Algunas plantas embotelladoras están descentralizando su -  
producción y construyen plantas unitarias en diversas localida -  
des del país donde la mano de obra es abundante y han tenido éxi -  
to en virtud de que el salario mínimo es menor en la provincia -  
que en la Cd. de México.

Leyes Regulatoras. La siguiente información sobre el lugar es -  
esencial para la selección del mismo.

- 1).- Reglamentos para la construcción
- 2).- Reglamentos de Seguridad
- 3).- Ordenanzas sobre la construcción de cierto tipo de industrias
- 4).- Plano Regulador
- 5).- Mejoras Públicas en el futuro
- 6).- Equipo contra incendios
- 7).- Reglamento Sanitario
- 8).- Otras restricciones

Impuestos. En el renglón de impuestos deberá hacerse un estudio concienzudo ya que por lo general la industria debe pagar impuestos:

- 1).- Federales (sobre la renta)
- 2).- Estatales (sobre ingresos)
- 3).- Municipales
- 4).- Predial (sobre la propiedad)
- 5).- Aguas
- 6).- Pavimentos
- 7).- Seguro Social
- 8).- Reparto de Utilidades
- 9).- Cámaras de Comercio o bien de Transformación
- 10).- Sobre Sociedades, etc.
- 11).- Seguros, otros impuestos, etc.

Averiguar en las oficinas de Gobierno especializadas cualquier exención posible, algunos Estados de la República dan la -

exención de impuestos a la industria en general para industrializar ciertas regiones.

Características de la Comunidad y del lugar. Al seleccionar el lugar definitivo para instalar la planta en una región determinada, debe prestarse atención a muchos factores pequeños.

El costo real del terreno necesario para la planta, la naturaleza del subsuelo ya que la necesidad de introducir pilotes ó excesivo material de relleno afecta notablemente los costos de construcción; también es necesario prevenir terreno para una expansión futura, tipo de suelo (roca, grava, arena, arcilla, etc) pendiente del terreno, profundidad de los cimientos, situación con respecto a las regiones adyacentes y restricciones impuestos accesibilidad de vías de comunicación, nivel del agua subterránea, condiciones del drenaje y condiciones especiales como temblores, ciclones, frío excepcionalmente severo o prolongado calor, humedad.

Averiguar si cerca de donde se pretende construir la planta hay otras industrias y de que tipo, para evaluar los riesgos de incendio y explosión, así como también ver que concentración de industria hay en los alrededores.

C A P I T U L O    V A  
PREPARACION DEL TERRENO Y ESTRUCTURAS

-----

a).- Distribución de la planta.- Una de las fases clave en la comercialización del proceso de embotellado, es la preparación del lugar, las construcciones y la instalación del equipo. Un problema típico en el último paso del diseño, suele ser el suministro de especificaciones exactas sobre las necesidades del terreno y edificios con el fin de hacer una estimación del costo de las construcciones con mayor detalle; una gran parte de esa labor la hace un grupo de diseño estructural formado en su mayor parte por Ingenieros Civiles y Arquitectos, o bién, recurrir a firmas consultoras con personal de experiencia similar, sin embargo, el Ingeniero Químico debe poseer conocimientos básicos de este tipo de trabajo, y poder apreciar y sugerir efectos en la distribución de la planta para que ésta sea útil y eficiente.

Al proyectar el diseño y la construcción de una planta embotelladora, conviene recordar siempre un punto de vital importancia; "Una embotelladora es una planta elaboradora de productos alimenticios" y como tal, se encuentra bajo la jurisdicción de las autoridades sanitarias, no solo de las locales, sino también de las estatales y de las federales, por consiguiente, con el objeto de cumplir con las leyes de dichas agencias gubernamentales y también para impresionar favorablemente tanto a los visitantes-

como a los consumidores, con respecto a la calidad de los productos y de sus métodos de manufactura, la planta debe estar construída y diseñada de manera que sea fácil mantenerla limpia, sanitaria y físicamente con un mínimo de gastos y esfuerzo.

En este capítulo se tratará de establecer las prácticas generales que han demostrado ser eficientes en plantas situadas en todo el mundo y cada embotellador necesitará hacer sus propias modificaciones con relación a cada problema en particular, es importante solicitar la ayuda que puedan prestar los constructores y otros especialistas en el ramo incluyendo a los fabricantes del equipo que será usado en la nueva industria, ya que es difícil y a menudo imposible hacer cambios una vez que se ha construído el edificio.

Antes de evaluar el tamaño del edificio, es necesario determinar la producción anual de la nueva planta, descomponiendo la cifra total en producción mensual, que ya en muchas regiones la producción mensual variará ligeramente, pero en otras hasta el 50% de la producción anual se logrará en los 3 ó 4 meses de la estación calurosa, por lo tanto, la capacidad del nuevo edificio deberá basarse en las cifras de la producción mensual para los meses calurosos y no en la producción anual; la experiencia indica que la planta que es adecuada para dichos meses del año de máxima producción, permite las posibilidades de mantenimiento general de los equipos.

Es también importante calcular con la mayor exactitud posible, el aumento anticipado del volumen de producción por un período de 10 años como máximo en función del incremento de las ventas debido al aumento de población en el área servida por la planta y

considerando también la obsolescencia del equipo.

Una vez que se ha determinado la capacidad de producción, es factible ya determinar el tamaño adecuado del edificio y la siguiente etapa consiste en seleccionar la combinación de lavadoras llenadoras y otros equipos que se necesitarán para obtener la producción deseada según se dice en el párrafo anterior.

La experiencia nos indica que para obtener el mejor rendimiento de una operación a base de tarimas ó "pallets", para la carga, el área combinada para el almacenamiento de cajas llenas y vacías debe representar un total de 5 a 6 veces la capacidad máxima diaria de cajas producidas normalmente; la altura del techo permite estibar tres tarimas cargadas con 48 cajas cada una en una área de 2 metros cuadrados, esta área, deberá cubrir cuando menos del 25% al 30% de toda la superficie de la planta sin incluir los garages. Las siguientes cifras dan un porcentaje del área de la planta dedicadas a varias operaciones, y se basan en las condiciones de una planta normal con una línea sencilla de producción y donde las cajas se apilan sobre tarimas con una altura de 3(tres) por hilera, aunque también se ajustan a las plantas con líneas múltiples y en cualquier otra condición.

|                                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| Bodegas de lleno y vacío          | 30% aproximadamente |
| Pacios de Carga y Descarga        | 22% aproximadamente |
| Sala de Embotellado               | 12% aproximadamente |
| Producción (Maquinaria)           | 12% aproximadamente |
| Oficinas Generales                | 8% aproximadamente  |
| Sala de Jarabes                   | 3% aproximadamente  |
| Servicios Auxiliares (Maq. Prod.) | 5% aproximadamente  |
| Reparación de Cajas               | 3% aproximadamente  |
| Tratamiento de Agua               | 2% aproximadamente  |

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| Cuarto de Calderas  | 1% aproximadamente |
| Baños y Guardarropa | 2% aproximadamente |

Para los garages, ya sean parte del edificio principal ó bien, otro edificio, se deberá asignar una superficie de 29 a 30-metros cuadrados por camión.

Los siguientes factores que requieren consideración son el tamaño y la forma del terreno, naturalmente éste debe ser lo suficientemente amplio para alojar la planta con miras a una futura expansión. Deben evitarse terrenos largos y angostos ó aquellos con muchos ángulos, lo más recomendable es un terreno rectangular o cuadrado; el tamaño ideal es de 3.a 4 veces el tamaño del edificio más garages, además, el ancho debe ser suficiente para permitir las entradas y salidas de los camiones; deberá también darse facilidad al estacionamiento de vehículos de empleados y visitantes.

En los últimos años se ha notado la tendencia a la construcción de plantas de un solo piso de manera que hoy en día casi todas las nuevas embotelladoras son de tal diseño.

Existen muchas ventajas con las operaciones en un solo piso:

- 1a. Los costos de construcción son considerablemente más bajos.
- 2a. Más fácil financiamiento para edificios de este tipo ya que posteriormente se pueden adaptar a supermercados ó garages.
- 3a. Menos trabajo y tiempo ya que no es necesario mover ingredientes de un piso a otro.

No obstante las plantas de dos pisos son necesarias en muchas regiones del mundo por la escases de terrenos adecuados y porque las salas de jarabes en los pisos superiores sobre la lí -

nea de embotellado han demostrado su utilidad y adaptabilidad; el terreno seleccionado dictará hasta cierto punto el tipo de arreglos apropiado.

El edificio rectangular con las oficinas y la sala de embotellado al frente es el tipo mas usado en la actualidad. Una variación consiste en colocar la sala de embotellado y la sala de jarras al frente con las oficinas a un lado del edificio principal.

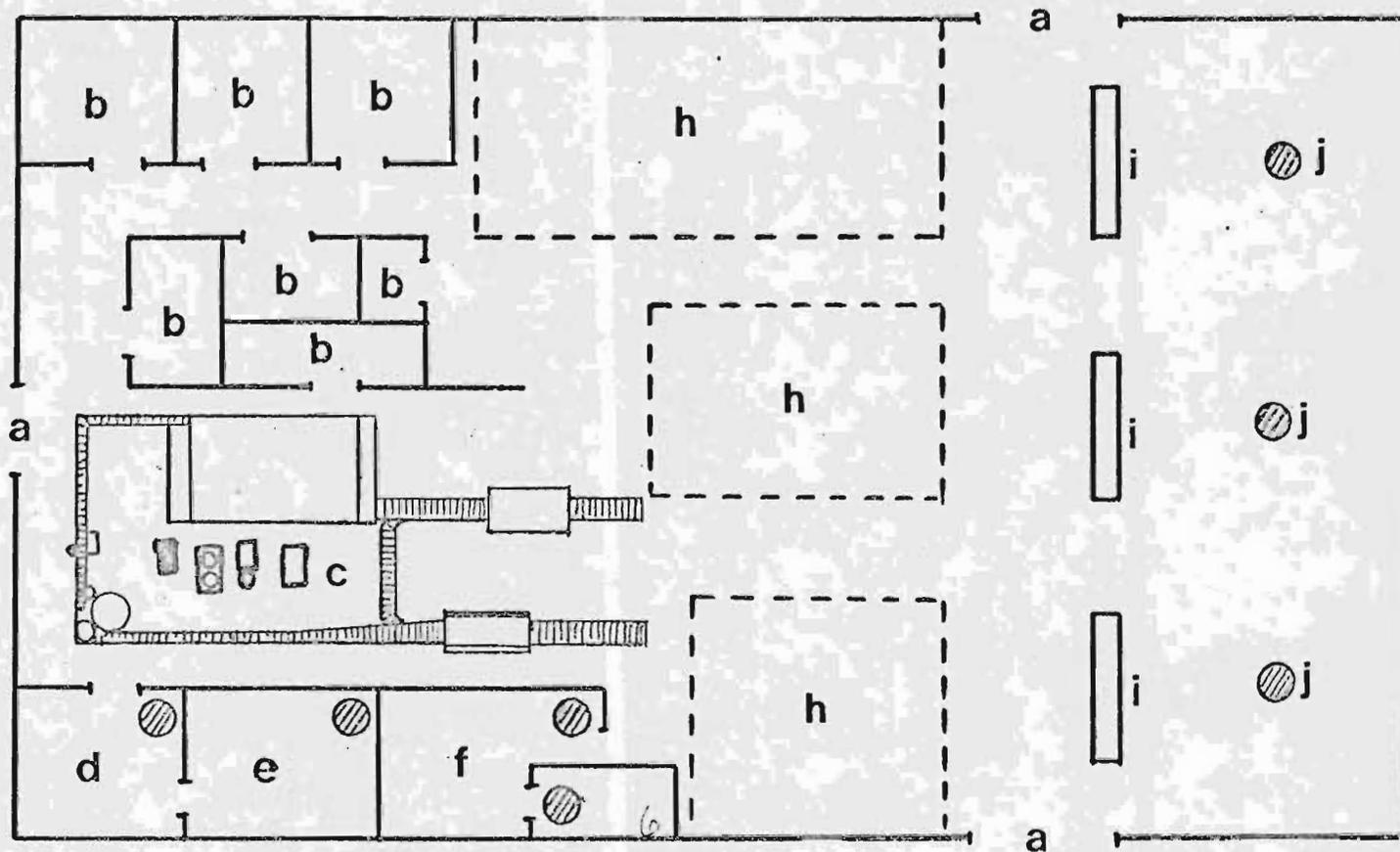
Hay dos diseños de uso general en las nuevas plantas:

- 1.- El arreglo de calzada directa que pasa de lado a lado de la construcción; y
- 2.- El arreglo de calzada de retroceso de camiones a los andenes.

Con el primer arreglo los camiones entran por un lado del edificio, son cargados y descargados, y salen al otro lado del edificio. (Ver dibujo No. 2)

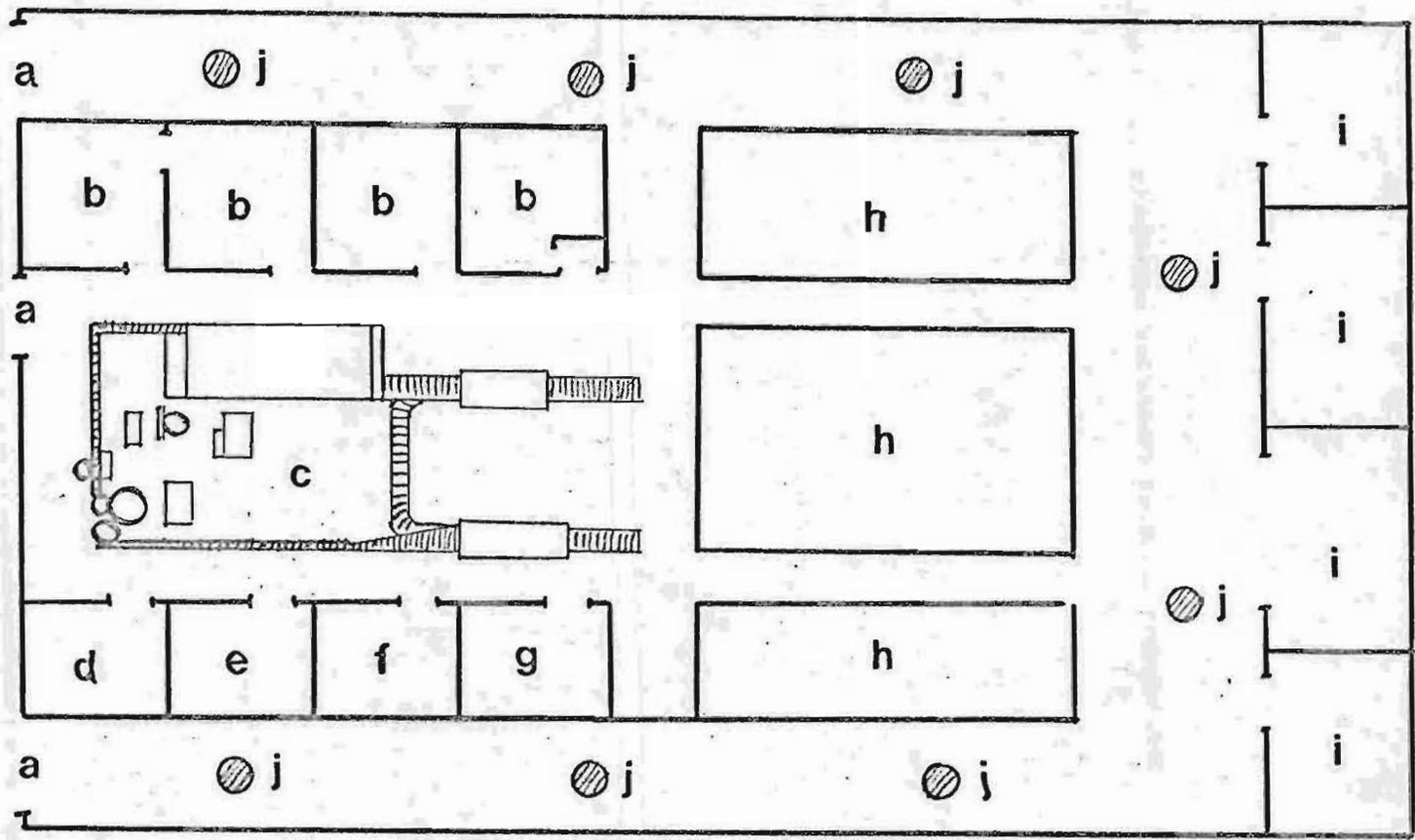
Con el uso del 2o. arreglo, los camiones retroceden a los andenes para ser descargados y cargados. (Ver dibujo No. 3)

Sin importar el tipo de arreglo para mover camiones, las áreas de carga y descarga deben hallarse al mismo nivel de piso que el resto de la planta y también en la parte posterior del edificio.



- A. Entradas al edificio
- B. Oficinas, Gerencia y Sanitarios empleados
- C. Sala de Embotellado
- D. Sala de Jarabes
- E. Almacén azúcar, coronas y concentrado
- F. Tratamiento de agua
- G. Productos químicos
- H. Areas para almacenamiento
- I. Alcantarillado
- J. Alcantarillado

|                               |  |                  |  |
|-------------------------------|--|------------------|--|
| UNAM                          |  | FAC. DE QUIMICA. |  |
| TESIS PROFESIONAL             |  |                  |  |
| INGENIERIA<br>QUIMICA<br>1971 |  | PLANO N°1        |  |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ         |  | DIBUJO No. 2     |  |



- A. Entradas al edificio
- B. Oficinas, Gerencia y Sanitarios
- C. Sala de Embotellado
- D. Sala de Jarabes
- E. Almacen de azúcar, coronas y concentrados
- F. Tratamiento de agua
- G. Productos químicos
- H. Areas de almacenamiento
- I. Departamentos miscelaneos (taller mecánico, refacciones, etc.)
- J. Alcantarillado

|                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| <b>UNAM   FAC. DE QUIMICA.</b> |                     |
| TESIS PROFESIONAL              |                     |
| INGENIERIA<br>QUIMICA<br>1971  | <b>PLANO N° 2</b>   |
| <b>HECTOR TIBURCIO GOMEZ</b>   | DIBUJO No. <b>3</b> |

I b).- Evaluaciones del suelo y del subsuelo. Una vez que se ha seleccionado la distribución de la planta y el área donde se va a instalar, debe elegirse el lugar específico y desarrollarse para instalar las estructuras, pero antes es necesario hacer una evaluación del suelo y del subsuelo con el objeto de determinar si los estratos subterráneos tiene poca capacidad de carga aún cuando las condiciones de la superficie aparezcan satisfactorias. A continuación se presentan algunos aspectos detallados de esos factores en vista de que el soporte de cada parte de la planta depende en última instancia del suelo sobre el que se va a apoyar; es necesario hacer una investigación minuciosa de las condiciones subsuperficiales para diseñar la cimentación. Este tipo de trabajo suele ser realizada por firmas especializadas en Mecánica de Suelos.

El propósito de efectuar las pruebas de suelos es para determinar las características de carga del subsuelo, con este propósito se hacen horadaciones representativas en diferentes lugares y a distintos niveles para obtener información sobre muchos de los siguientes patrones de la A.S.T.M. (American Society for Testing Materials) para determinar las propiedades del suelo y del subsuelo:

- 1).- CAPILARIDAD. Mide la velocidad de elevación del agua y la altura de dicha elevación en función de las fuerzas gravitacionales.
- 2).- COMPRESIBILIDAD. Mide la reducción de volumen bajo una carga.
- 3).- DENSIDAD. Mide la consolidación natural del suelo.
- 4).- ELASTICIDAD. Mide la recuperación de forma después de quitar la carga aplicada.
- 5).- FORMA Y TAMAÑO DE PARTICULA. Grava, arena, cieno ó aluvión, arcilla y coloides en orden decreciente según el -

tamaño de la partícula.

- 6).- PERMEABILIDAD. Mide la velocidad de flujo del agua por gravedad.
- 7).- PLASTICIDAD. Mide la capacidad del suelo de cambiar marcadamente de forma bajo una carga aplicada.
- 8).- RESISTENCIA AL DESLIZAMIENTO. Capacidad de resistir una presión lateral.
- 9).- CONTENIDO DE AGUA Y SU ELEVACION. El agua cercana a la superficie hace necesario reforzar los pisos y los ci - mientos.

MARGENES DE SEGURIDAD DE LA CAPACIDAD DE  
CARGA DE DIFERENTES TIPOS DE SUELO

| MATERIAL                                            | TONELADAS POR METRO CUADRADO |
|-----------------------------------------------------|------------------------------|
| Formaciones de Granito                              | 300                          |
| Lechos compactos de caliza                          | 250                          |
| Lechos compactos de piedra arenisca                 | 200                          |
| Formaciones de Pizarra o roca suave y desmenuzable  | 80-100                       |
| Grava y Arena compactas                             | 60-100                       |
| Grava seca y voluminosa                             | 60                           |
| Grava y Arena mezcladas con arcilla seca            | 40- 60                       |
| Arcilla muy seca y en lechos de gran espesor        | 40                           |
| Arcilla medianamente seca en lechos de gran espesor | 30                           |
| Arcilla suave                                       | 10- 15                       |
| Arena compacta                                      | 40                           |
| Arena limpia y seca                                 | 20                           |
| Tierra sólida y seca                                | 40                           |
| Arenas movedizas, suelos de aluvión                 | 10                           |

La topografía local debe registrarse en un plano con el objeto de poder calcular costos de nivelación de terreno y de drenaje, y así podrá determinarse también que tan adecuados son los taludes y desniveles para el flujo de materiales por gravedad y la distribución de los servicios de transporte.

c).- Cimientos. El objeto de los cimientos es el de distribuir las cargas de las estructuras y del equipo en tal forma que el asentamiento perpétuo del suelo que soporta las cargas, no obligue a efectuar trabajos excesivos de mantenimiento, ó bien, perjudique la utilidad de la planta. La selección adecuada del tipo de cimientos ó de soportes, depende de las cargas que le van a ser transmitidas del material sobre el que descansan y del método de colocación de los cimientos según lo indiquen las condiciones del subsuelo.

En el diseño de la cimentación deben tomarse en cuenta los puntos siguientes:

1. Nivel y elevación de la cimentación.
2. Capacidad del suelo para soportar cargas.
3. Cargas que gravitarán sobre la cimentación.
4. Cargas intermitentes provocadas por los vientos.
5. Cargas dinámicas provocadas por maquinaria alternativa ó rotatoria, ó bien, por temblores de tierra.
6. Forma y distribución de las cargas.
7. Tipo y forma de los cimientos.
8. Tipo de soportes y anclado del equipo.
9. Materiales de construcción como:

Concreto

Concreto reforzado

Acero

## Madera

Combinación de los anteriores materiales.

El tipo de cimiento que debe elegirse dependerá de la carga que debe soportar y de la capacidad del suelo para soportar dicha carga, es decir, la presión ó carga unitaria. La intensidad de la presión sobre el suelo deberá repartirse uniformemente sobre la roca dura, grava ó arena buena, donde se especifican cimientos del tipo de base ó losa.

En el caso de suelos comprimibles, como lodo, cieno ó arcilla se presentará un asentamiento diferencial que obligará a usar pilotes.

Bases.— Es el tipo de cimientos más antiguo y económico el cuál se diseña en varios tipos dependiendo de las condiciones físicas y económicas, el dibujo No. 4 nos muestra cinco tipos diferentes de bases.

La cimentación de un edificio ligero puede ser simplemente la continuación hacia abajo de la pared de concreto descansando sobre roca ó suelo duro; se le llama base no extendida y su uso es posible unicamente cuando existe un estrato adecuado cerca de la superficie. Cuando los suelos tienen capacidad de carga menor, es necesario aumentar el área de soporte bajo la pared ó la columna mediante bases extendidas, con el objeto de reducir la presión y evitar hundimientos excesivos.

Losas.— Al diseñar cimientos para algunas estructuras sobre suelos débiles, el área combinada de las bases extendidas se acerca a la de la estructura soportada, en éste caso, resulta más práctico usar una gran losa de concreto reforzado debajo de toda la estructura, ver dibujos No. 5 y 6 donde se ilustra la construcción típica para soporte de muros, columnas, tanques de almacenamiento de fondo plano, y también se ilustra una losa ventilada de concre

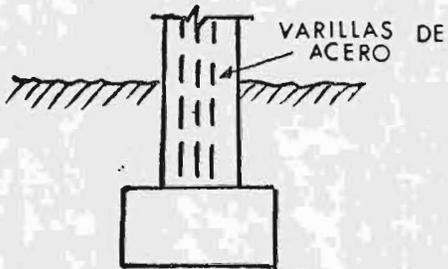
to con soportes verticales.

d).- Cimientos para maquinaria y equipo. Cuando se están construyendo los cimientos para el equipo, debe considerarse el uso a que se va a sujetar el equipo y los efectos posibles de vibraciones y choques (cargas dinámicas) sobre los cimientos, el equipo y el suelo que los soporta.

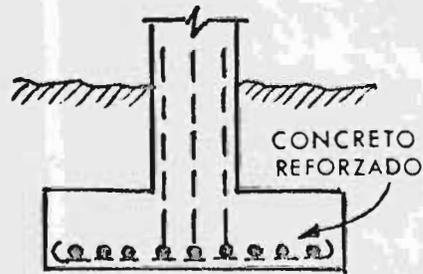
La maquinaria que tiene partes en movimiento como compresores, turbinas, centrifugas, etc., pueden producir vibraciones suficientes como para deteriorar prematuramente el edificio y sus cimientos si hay mal diseño en la cimentación, puesto que la carga unitaria permisible sobre el suelo para una carga dinámica es de un tercio a un medio de la carga estática equivalente, por lo que con objeto de prevenir la resonancia, la frecuencia de las fuerzas excitantes creadas por las partes en movimiento del equipo, debe ser por lo menos una vez y media la frecuencia natural del suelo, esto es, en los cimientos se debe suministrar una masa suficiente para absorber la energía y limitar la amplitud de la vibración a 0.064 milímetros ó menos; lo que da lugar a una losa muy voluminosa. Una alternativa que puede utilizarse en equipos ligeros como ventiladores y motores, consiste en amortiguar la vibración mediante el uso de elastómeros soportados, muelles fuertes ó trozos de madera al fijar el equipo al suelo.

Un método seguro de sujetar el equipo a los cimientos, se basa en el uso de pernos de anclaje, ver dibujo No. 7.

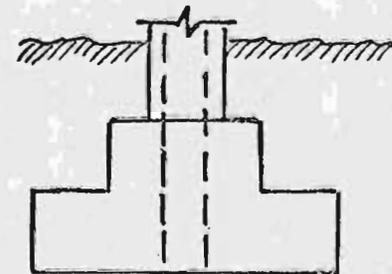
El diseño de los cimientos para un tanque de acero, depende del tipo y diseño del tanque, que a su vez depende enteramente del tipo de servicio a que se le destine; hay tanques horizontales y verticales, de fondo plano, cóncavo ó convexo, y en el diseño de los cimientos y soportes necesarios para esos tanques debe-



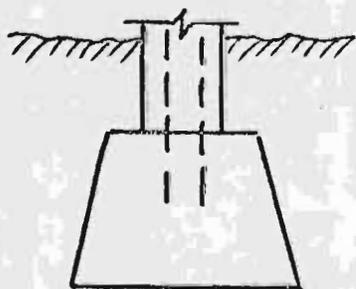
SIMPLE EXTENDIDA



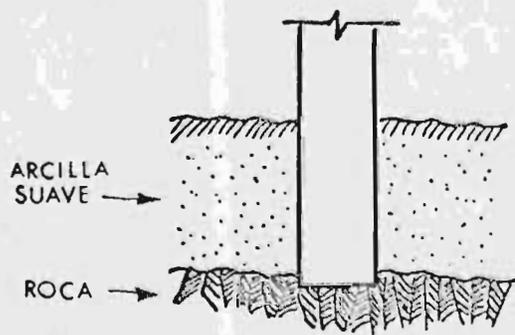
SIMPLE EXTENDIDA Y REFORZADA



EXTENDIDA Y ESCALONADA



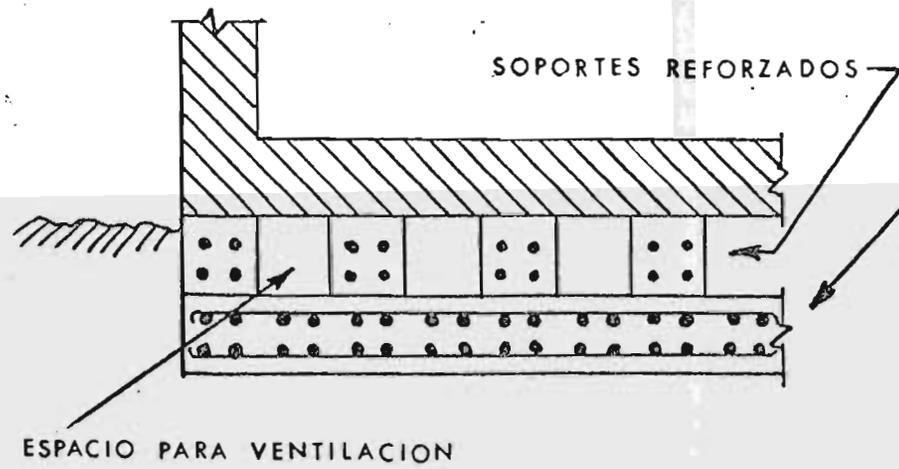
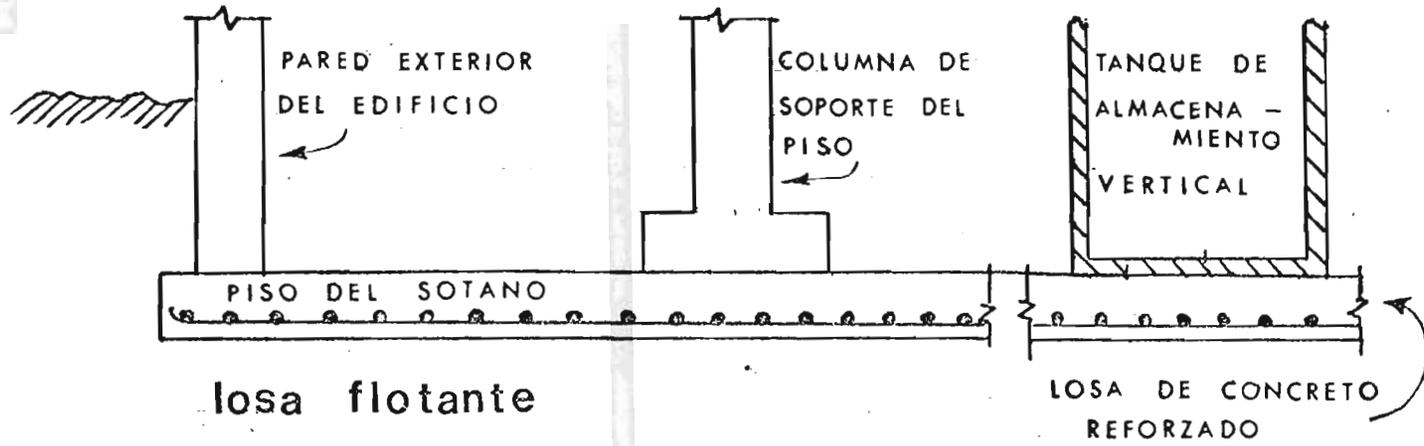
TRAPEZOIDAL



SIMPLE NO EXTENDIDA

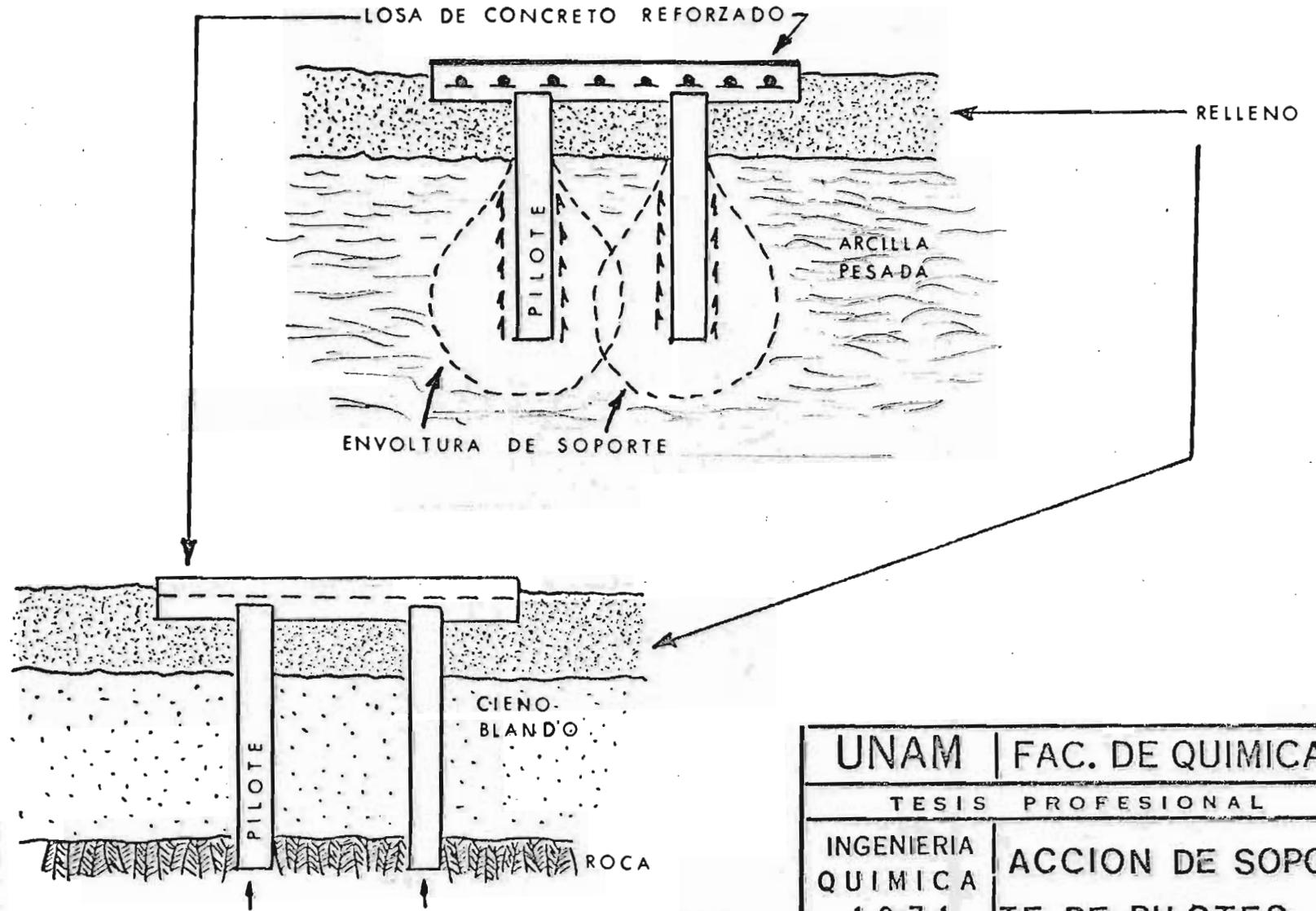
|                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| UNAM   FAC. DE QUIMICA.       |              |
| TESIS PROFESIONAL             |              |
| INGENIERIA<br>QUIMICA<br>1971 | BASES        |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ         | DIBUJO No. 4 |

-T/-



losa para altas temperaturas

|                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| UNAM                       | FAC. DE QUIMICA.                 |
| TESIS PROFESIONAL          |                                  |
| INGENIERIA QUIMICA<br>1971 | TIPOS DE LOSAS<br>PARA CIMIENTOS |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ      | DIBUJO No. 5                     |



|                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| UNAM                  | FAC. DE QUIMICA.             |
| TESIS PROFESIONAL     |                              |
| INGENIERIA QUIMICA    | ACCION DE SOPORTE DE PILOTES |
| 1971                  |                              |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ | DIBUJO No. 6                 |

rá considerarse sus dimensiones totales y la forma de sus extremos; los cimientos deben ser tan amplios como el tanque mismo y deben construirse para que soporten el peso máximo que se espera es decir el tanque lleno, en los dibujos No. 8, 9 y 10, se ilustran tres diferentes tipos de soporte para tanques de acero.

Estructuras.- Muchas de las grandes operaciones industriales, suelen llevarse a cabo sin edificios, por las siguientes razones:

1) El número de trabajadores por unidad de superficie en la fábrica, es generalmente pequeña.

2) El equipo de fabricación es de tal naturaleza que puede protegerse más económicamente sin un edificio, y puede ser operado con instrumentación automática a control remoto desde un pequeño edificio central.

3) Los materiales que necesitan protección no se exponen a la interperie mas que en uno o algunos puntos en los que se pueden exigir estructuras específicamente diseñadas, obteniendose así una mayor economía en toda la planta.

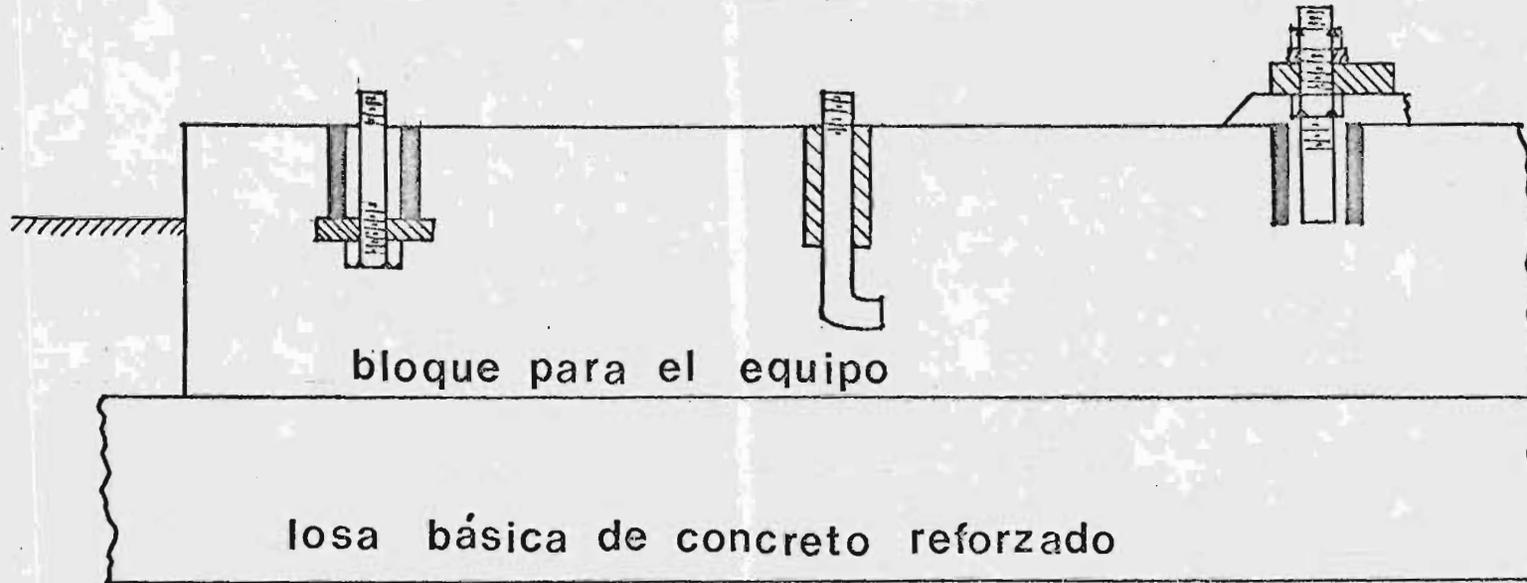
En el caso que nos ocupa., una planta embotelladora de refrescos si es necesario estructurar toda el área de fabricación, en virtud de que tanto el equipo, materiales en proceso y terminados, personal, laboratorios, etc. necesitan resguardarse de las inclemencias del tiempo, así como también los servicios auxiliares, administrativos, talleres, servicios médicos, etc., necesitan alojamientos cualquiera que sean las condiciones climatológicas; se puede ver por lo tanto que el Ingeniero Químico se encontrará con todos los tipos de estructuras en el diseño de una planta, razón por la cuál debe tener familiaridad con los problemas de diseño en este campo.

En esta sección discutiré únicamente los detalles que deben

ancla  
removible

ancla  
fija

relleno con  
mortero



UNAM | FAC. DE QUIMICA.

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA  
QUIMICA  
1971

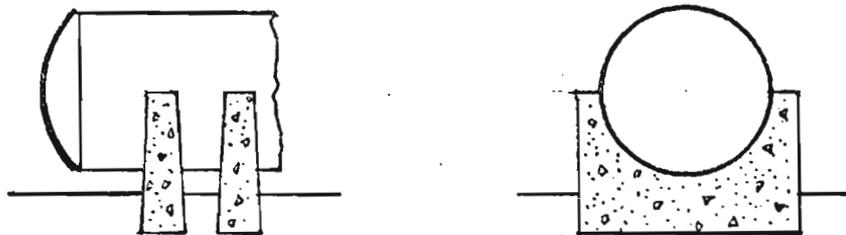
ANCLAJE DE  
EQUIPO

HECTOR TIBURCIO GOMEZ

DIBUJO No. 7

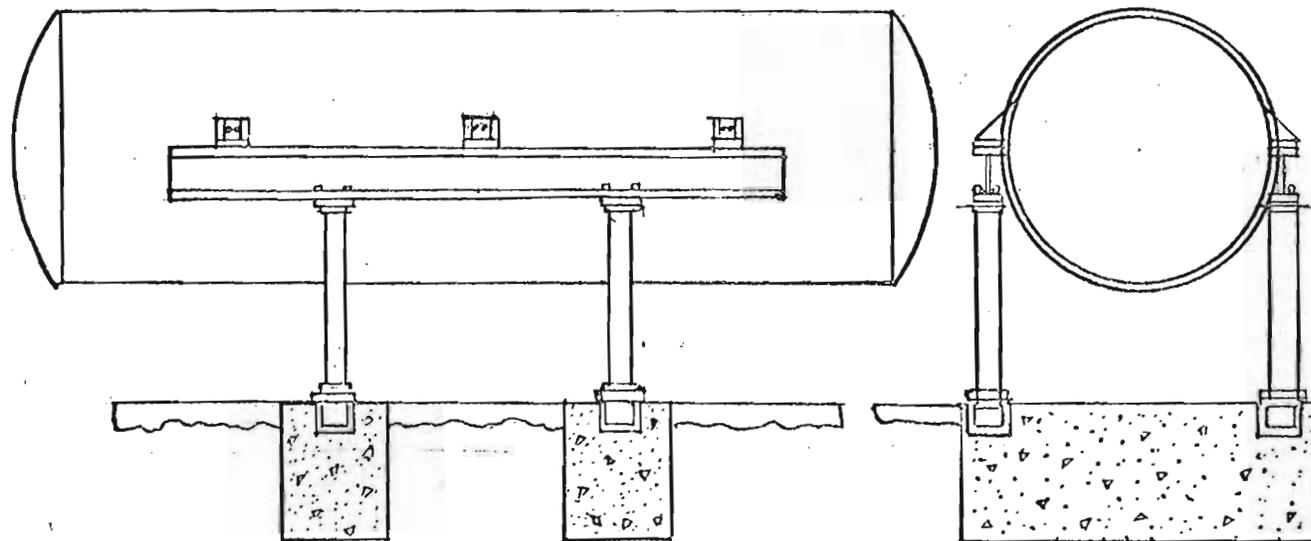


soportes remachados



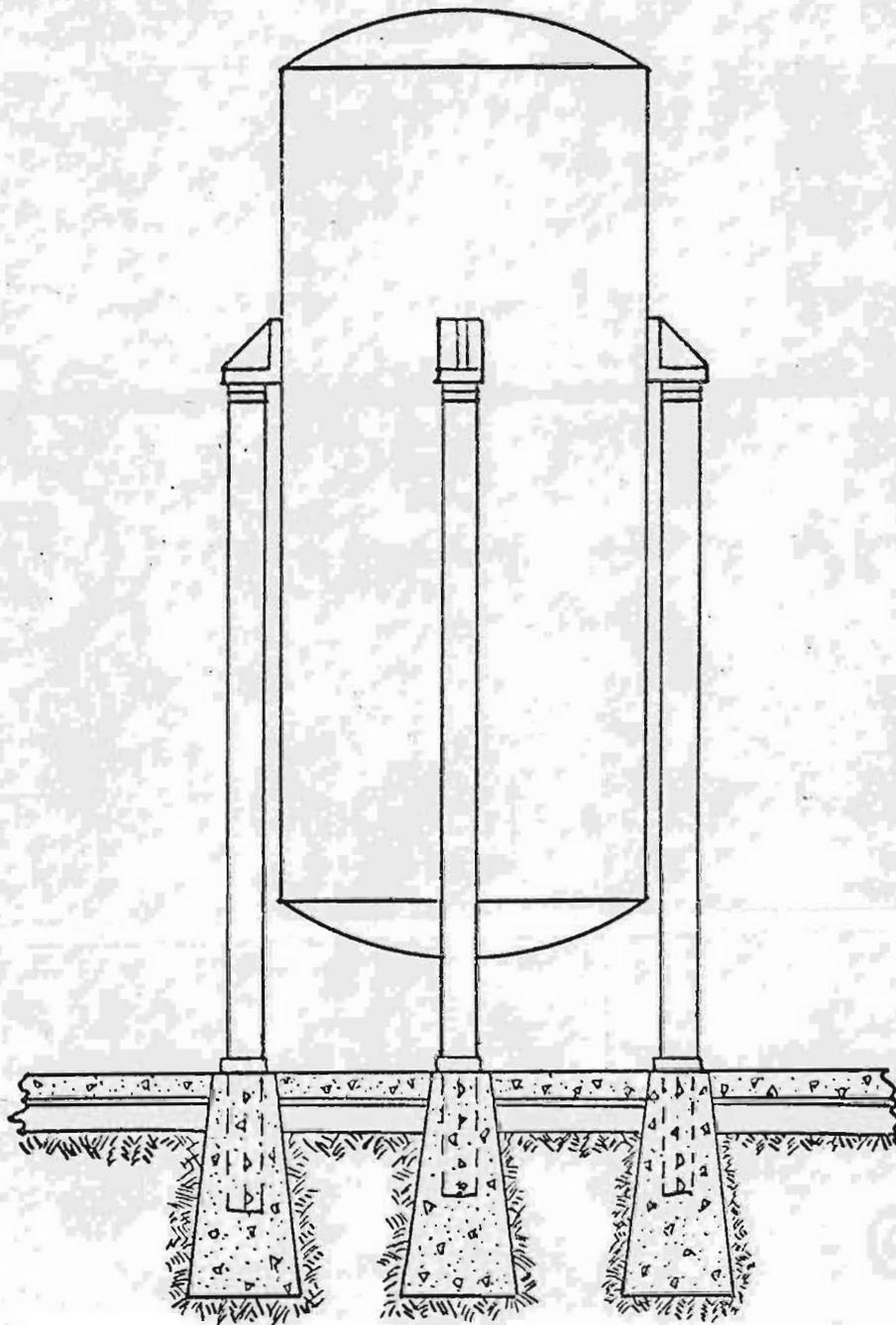
soportes de estribo macizo

|                               |  |                  |  |
|-------------------------------|--|------------------|--|
| UNAM                          |  | FAC. DE QUIMICA. |  |
| TESIS PROFESIONAL             |  |                  |  |
| INGENIERIA<br>QUIMICA<br>1971 |  | SOPORTES         |  |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ         |  | DIBUJO No. 8     |  |



cimientos y soportes

|                               |                      |
|-------------------------------|----------------------|
| UNAM                          | FAC. DE QUIMICA.     |
| TESIS PROFESIONAL             |                      |
| INGENIERIA<br>QUIMICA<br>1971 | TANQUE<br>HORIZONTAL |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ         | DIBUJO No. 9         |



cimientos y  
soportes

|                               |                    |
|-------------------------------|--------------------|
| UNAM                          | FAC. DE QUIMICA.   |
| TESIS PROFESIONAL             |                    |
| INGENIERIA<br>QUIMICA<br>1971 | TANQUE<br>VERTICAL |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ         | DIBUJO No. 10      |



predominar en la construcción de una planta embotelladora. Será necesario proyectar la planta de tal forma que el edificio sea adecuado para la maquinaria y la producción y no tratar de adaptar la maquinaria al edificio; para lo cuál se sugieren diseños y materiales y en la misma industria.

La experiencia ha dictado que tanto en la sala de embotellado como en el área de almacenaje los techos deben ser altos procurando que sean sin columnas intermedias con el objeto de no entorpecer la labor de los motoestibadores.

El tipo más común de estructura usada en las plantas de embotellado es como la que se muestra en el dibujo No. 11, que ofrece las siguientes ventajas entre otras:

- 1) Un "claro" mayor sin el uso de columnas intermedias.
- 2) Mayor capacidad de carga por metro lineal y por metro cuadrado.
- 3) Fácil montaje sobre columnas del mismo material.
- 4) Requiere solamente remaches y si acaso algo de soldadura.
- 5) Requiere de "zapatas" aisladas en la cimentación para cada columna para una carga por lo general de 60 toneladas. Ver dibujo No. 11.

Solo en el caso de que la nave a construir sea bastante larga requerirá zapatas corridas (contratraveses).

Una ventaja más es utilización de las formas de acero estructural existentes en el mercado lo que no requiere fabricación especial.

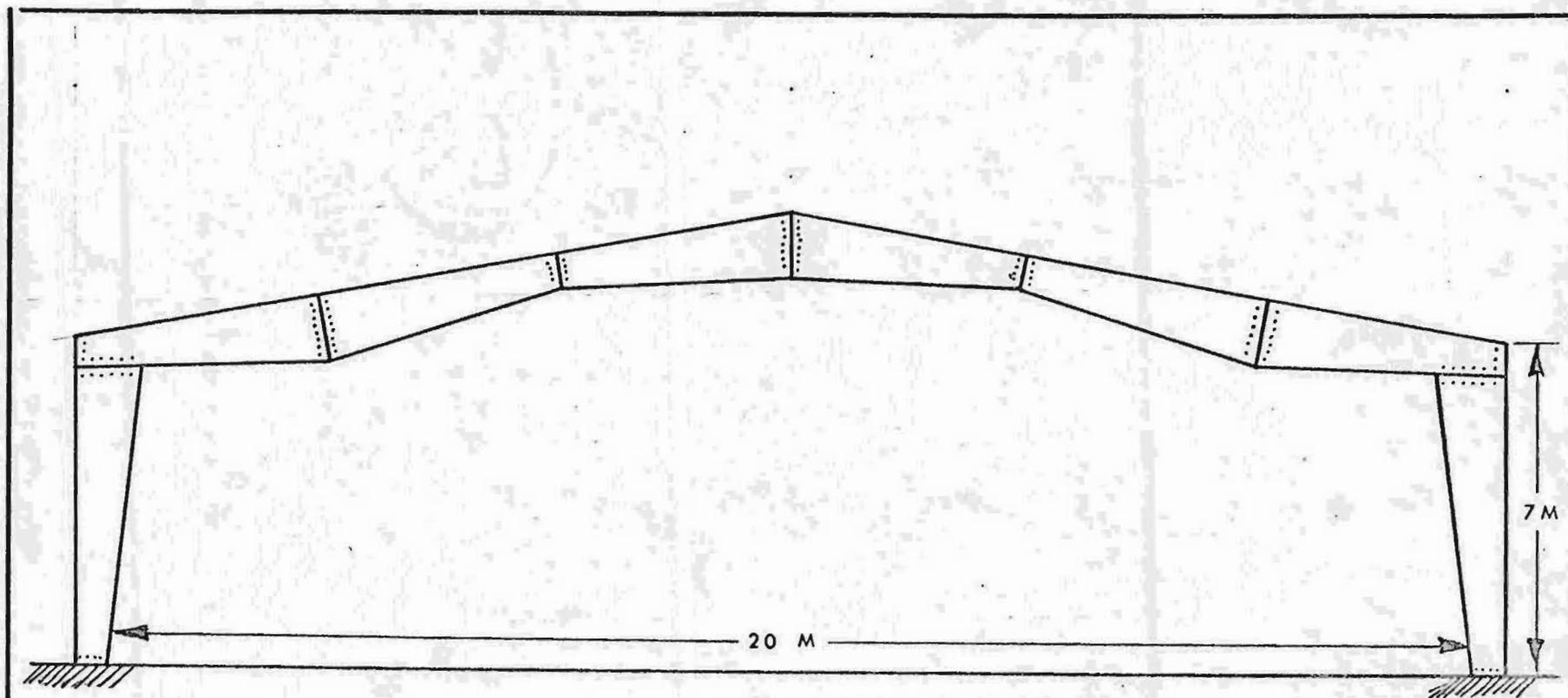
En el techado se usa por lo general lámina de asbesto cemento por su economía, y las condiciones que deba llenar el techado deben ser:

- 1) Que resista calor

- 2) Proporcionar máximo de luz
- 3) Aislamiento de la intemperie
- 4) Buena ventilación
- 5) Resistencia
- 6) Apariencia

La apariencia sin embargo rara vez se introduce en el diseño.

El diseño de cimientos, estructuras, techos y columnas es tarea del Ingeniero Civil ó del Arquitecto; y es a él a quien debe dirigirse el Ingeniero Químico para obtener el diseño correcto del edificio.



UNAM | FAC. DE QUIMICA.

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA  
QUIMICA  
1971

ESTRUCTURAS

HECTOR TIBURCIO GOMEZ

DIBUJO No. 11

C A P I T U L O VI A  
INGENIERIA DE DETALLE

---

a).- Acabado de pisos, paredes y techos.- Discutiré los detalles - que predominan en el acabado de una planta embotelladora en sus diferentes secciones, que podemos desglosarlas de la siguiente forma:

- 1.- Salón de embotellado
- 2.- Sala de jarabes
- 3.- Almacenes de productos
- 4.- Oficinas, baños, sala de conferencias, etc.
- 5.- Patios y garages
- 6.- Mantenimiento de camiones

1).- SALON DE EMBOTELLADO.

Aquí es donde está colocado la mayor parte del equipo embotellador, que forma realmente un conjunto muy atractivo para el transeúnte, visitantes y curiosos, por lo que ha sido una práctica, tanto que se requiere que este salón esté dotado de grandes ventanales las elevaciones deberán estudiarse cuidadosamente para dar al espectador una vista de botellas en movimiento, pero ocultándole el piso del salón para darle una apariencia de gran limpieza y claridad.

Los factores que ayudan a conseguir dichos efectos son:

Ventanas grandes sin columnas o separaciones que afecten la visibilidad.

El uso de acero inoxidable y cromo en el equipo.

Todo el alumbrado necesario

Techos elevados

Colores claros para el acabado interior

Eliminación hasta donde sea posible el uso de columnas

COLUMNAS.- Para conseguir amplio espacio alrededor del equipo embotellador, es necesario reducir el número de columnas en este salón, por lo que su colocación debe ser estudiada con cuidado, tanto en relación al equipo actual como para ampliaciones en el futuro, de modo que no se obstruya la circulación a la vista del espectador.

PISOS.- El salón de embotellar y la sala de jarabes, son las áreas donde se encuentran las condiciones más drásticas creadas por los ácidos de los jarabes, el agua carbonatada y el vidrio de las botellas rotas. Se han encontrado que los pisos de ladrillo rojo ó baldosas de cantera han sido superiores a otros materiales, por lo que la experiencia sugiere el uso de ese tipo de pisos que además deben estar calculados para soportar cargas vivas de  $1200 \text{ Kg/cm}^2$ , y por la necesidad frecuente de lavar constantemente los pisos, es recomendable un declive de 2% para que el agua usada en el lavado tanto del piso como del equipo mismo, corra fácilmente hacia los registros sin estancarse.

Los pisos venecianos ó de terrazo, consisten en una base de hormigón con astillas de mármol, talladas a máquina para darle un acabado liso; aunque esta clase de pisos se usan muy de vez en cuando en el área de embotellado, debe de instalarse en pequeñas secciones separados por divisiones metálicas; los ácidos en los jarabes y el agua carbonatada eventualmente corroen su superficie ha

ciendo que este sea imposible de limpiar con propiedad.

TECHO.-- La sala de embotellado requiere el uso de materiales impermeables, y las planchas de asbesto-cemento son ideales debido también a las condiciones ruidosas causadas por el equipo de embotellado en operación, el mismo tipo de material pero con perforaciones, ayuda considerablemente a reducir los ruidos. Una altura de 4.25 mts. resulta muy adecuada en la mayoría de los casos, ya que permiten que los vapores cáusticos que emanan de las lavadoras, y el aire caliente, se eleven del nivel de trabajo antes de ser extraídos del salón.

PAREDES.-- Deben ser de color claro, fáciles de limpiar y de lavar, impermeables y resistentes a los vapores cáusticos de las lavadoras el mosaico y el azulejo son los materiales más recomendables para revestimiento, aunque de alto costo inicial, resultan económicos a la larga por requerir poco mantenimiento. Las paredes deben tener bases y esquinas curvas para prevenir y eliminar hendeduras donde se acumulen microorganismos.

ALUMBRADO.-- Para que el alumbrado sea eficiente es necesario una iluminación de 20 bujías-pie al nivel de trabajo.

VENTILACION.-- En climas de tipo cálido se recomienda la instalación de enfriadores de aire, que lo suministren fresco por ventilación, en los climas de tipo cálido húmedo se recomienda el uso de extractores capaces de efectuar de 15 a 20 cambios de aire por hora.

PLOMERIA.-- La gran limpieza que se requiere, exige que las tuberías fuentes de abastecimiento y drenajes sean amplios; debido a que la máquina llenadora-tapadora rompe botellas, es necesario que a un lado de la misma y a la mano del operador, se encuentre una manguera con agua a fuerte presión.

2).- SALA DE JARABES.

El salón ó sala de jarabes puede estar a nivel del piso del salón de embotellado, ó bien en el piso superior, la experiencia ha dictado esta última posibilidad por los sistemas de llenado y transporte por gravedad, pues se evita el bombeo y las líneas largas de jarabe que requieren frecuentes tratamientos sanitarios.

PISOS.- Tienen que ser impermeables a la humedad, resistentes al ácido y al tráfico de tambores, en virtud de que el piso y el equipo son lavados con frecuencia, sus declives deben ser mínimo del 1% al 1.25%, los drenajes deben tener sello de agua para evitar los malos olores, independientemente de que deben ser muy amplios.

TECHOS Y PAREDES.- Deben ser lavables y de color limpio, el mejor material para revestimiento es el azulejo y el mosaico; esquinas redondeadas son recomendables para mayor limpieza e higiene.

ALUMBRADO.- De 15 a 20 bujías-pie se recomiendan para este salón para la inspección de tanques, equipo de medición, etc.

PLOMERIA.- Las tomas de agua fría y caliente deben estar en lugares estratégicos para la adaptación de mangueras para el lavado de filtros, tanques, etc., el equipo de bombeo debe ser doble con el objeto de no correr el riesgo de parar la producción al quemarse un motor.

3).- ALMACENES DE PRODUCTOS.

Considerando que las actividades de un almacén de productos consiste principalmente en el manejo de miles de envases por día, tanto llenos como vacíos, el diseño de este almacén debe hacerse de tal manera que se consiga un máximo de eficiencia en este manejo; por lo que el ancho, el largo y la altura del almacén, así como la-

colocación de las columnas (si las hubiera) deben estar de acuerdo con el sistema de manejo que se usa, lo mismo debe hacerse en cuanto respecta al alumbrado, drenajes, contactos eléctricos, tomas de agua, etc.

La limpieza periódica del almacén, requiere que éste tenga un declive adecuado que generalmente es del 0.5%, ya que un porcentaje superior podría causar la inestabilidad de las estibas; la carga viva para lo cual se calculan estos pisos es de 1250 Kg/cm<sup>2</sup>, la altura recomendada para los techos, es de más de 4.5 metros, pues una altura mayor aumenta la capacidad de almacenamiento, lo cual se logra haciendo estibas más altas (tres tarimas por estiba como máximo) con el montacargas mecánico.

El alumbrado recomendado es de 20 bujías-pie, las paredes y los techos deben poderse limpiar con facilidad, los pisos serán de concreto armado y pulido; o bien asfaltados.

#### 4).- OFICINAS, BAÑOS, SALA DE CONFERENCIAS, ETC.

Con excepción del recibidor y del salón de conferencias, la construcción de estos departamentos se hará sin recomendaciones especiales y de acuerdo con el funcionalismo y los requisitos de la arquitectura moderna.

El recibidor y la sala de conferencias, en algunos casos pueden combinarse y estar equipados con todo lo necesario para el recibo de cobros y para las reuniones con los vendedores, en las cuales se acostumbra tener un foro, pantalla para proyecciones y pizarrones para apuntes; por lo que el salón debe estar dotado de cortinas para las proyecciones durante el día, los pisos podrán ser de losetas asfálticas y techos de materiales anti-acústicos. Tanto los detalles de pi-

sos, paredes y techos de las oficinas como de la sala de reuniones, no requieren ninguna especificación en especial, por lo que los colores y diseños se dejan a criterio de los propietarios de la planta, el caso de los baños de ducha, es el mismo, drenajes amplios, piso corrugado de concreto para evitar resbalones y caídas del personal que esté haciendo uso de ellos, agua fría y caliente, regadera de presión, casilleros guarda-ropa, etc.

#### 5).- PATIOS Y GARAGES.

Un buen diseño y aprovechamiento de los patios donde los camiones hacen maniobras de carga y descarga, contribuye mucho a la eficiencia de la planta, y los principales factores que ayudan a conseguir esa eficiencia es la reducción en lo posible del número de columnas, y proveer a los pisos con los declives adecuados con el objeto de poder lavar a los camiones, los techos de los garages deberán tener una altura de 4.25 metros, deberá haber conexiones de agua fría y caliente colocadas estratégicamente para el aseo de dichos camiones, y el lavado de los pisos, deberán instalarse también contactos eléctricos para lámparas de extensión y herramienta eléctrica portátil, se recomienda instalar líneas de aire con válvulas y manguera para el inflado de llantas y limpieza de un sin fin de objetos.

#### 6).- MANTENIMIENTO DE CAMIONES.

El mantenimiento de camiones, consiste en el lavado, la revisión-mecánica y la pintura y la lubricación, por lo que es aconsejable la construcción de un piso con declives del 1.5% a 2% dirigidos hacia el centro del lugar ocupado por el camión, en este centro se hará un resumidero amplio para recoger todas las salidas; es aconsejable también la instalación de una línea de vapor para la limpieza del motor, muelles, chasis, etc.

Para el engrasado y lubricación se sugiere siempre la construcción de una fosa ó bien una rampa para que todas las partes del camión sean - accesibles desde abajo.

Para el taller mecánico se sugiere un lugar bastante amplio para instalar ó guardar herramienta grande, gatos, burros para soportar motores, asentadores de válvulas, compresores de aire, etc., casilleros - para guardar refacciones pequeñas para motores.

En el caso del taller de pintura de camiones, si se desea hacer en la planta, se necesitará un lugar para un camión por cada 40 camiones. - Algunas plantas grandes tienen lugar suficiente para pintar dos ó tres camiones al mismo tiempo, por lo que el diseño del local debe comprender:

Sistema de extracción de gases

Alumbrado suficiente

Varios contactos eléctricos

Pisos que no produzcan polvo ó tierra

Todos los materiales sugeridos, están sujetos a modificaciones según los avances de la industria en estos materiales; y hay que considerar que los pisos en los patios y garages están sujetos al desgaste causado por el tráfico de camiones, pero no a la acción corrosiva, por lo que el hormigón bien tendido resiste el uso intenso y las condiciones causadas por el tráfico pesado, proporcionando al mismo tiempo la prevención de polvo y tierra formados. Las tablas Nos. 12 y 13 dan una idea de la resistencia al ataque de los productos químicos y sus propiedades físicas respectivamente.

TABLA No. 12

RESISTENCIA QUIMICA DE MATERIALES RESINOSOS PARA PISOS

| PRODUCTO QUIMICO              | R. EPOXICA | FURANO | FENOLICO | POLIESTER |
|-------------------------------|------------|--------|----------|-----------|
| Acido acético, hasta 10%      | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido acético glacial         | No         | Si     | Si       | Si        |
| Hidróxido de amonio           | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Aceites animales              | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Productos de panadería        | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Cerveza                       | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido bórico                  | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Mantequilla                   | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido butírico                | No         | Si     | No       | No        |
| Caseína                       | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Queso, todo tipo              | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Agua clorada                  | No         | No     | No       | Si        |
| Acido clórico, hasta 5%       | No         | No     | No       | Si        |
| Sidra                         | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido cítrico                 | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Frutas cítricas               | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Café                          | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Jarabe de maíz                | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Yema de huevo                 | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Alcohol etílico               | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido fórmico                 | No         | Si     | Si       | Si        |
| Extractos de fruta            | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Glucosa                       | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Rábano picante                | No         | Si     | Si       | Si        |
| Acido clorhídrico             | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Helado                        | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Mermeladas y jaleas           | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido láctico                 | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Margarina                     | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido málico                  | No         | Si     | Si       | Si        |
| Malta                         | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Licores de malta              | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Leche fresca                  | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Leche ácida                   | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Aceite mineral                | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido muriático               | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Melaza                        | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Mostaza                       | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido nítrico, hasta 5%       | No         | No     | No       | Si        |
| Acido oleico                  | No         | Si     | Si       | Si        |
| Aceite de oliva               | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Pectina                       | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Acido fosfórico               | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Encurtidos                    | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Hidróxido de sodio, hasta 30% | Si         | Si     | No       | No        |
| Aceites para ensaladas        | Si         | Si     | Si       | Si        |
| Grasa                         | Si         | Si     | Si       | Si        |

|                                |    |    |    |    |
|--------------------------------|----|----|----|----|
| Bicarbonato de sodio,          | Si | Si | Si | Si |
| Cloruro de Sodio               | Si | Si | Si | Si |
| Hidróxido de Sodio, hasta 30%  | Si | Si | No | Si |
| Hidróxido de Sodio, 30% y más  | No | Si | No | No |
| Hipoclorito de sodio, hasta 3% | Si | Si | No | No |
| Refrescos                      | Si | Si | Si | Si |
| Concentrados para refrescos    | Si | Si | Si | Si |
| Sopas                          | Si | Si | Si | Si |
| Aceite de Soya                 | Si | Si | Si | Si |
| Acido esteárico                | Si | Si | Si | Si |
| Azúcar                         | Si | Si | Si | Si |
| Acido sulfúrico, hasta 50%     | Si | Si | Si | Si |
| Jarabe                         | Si | Si | Si | Si |
| Acido tánico                   | Si | Si | Si | Si |
| Acido tartárico                | Si | Si | Si | Si |
| Té                             | Si | Si | Si | Si |
| Tricloroetileno                | No | Si | Si | No |
| Fosfato de trisodio            | Si | Si | Si | Si |
| Vinagre                        | Si | Si | Si | Si |
| Levadura                       | Si | Si | Si | Si |

---

TABLA No. 13

PROPIEDADES FISICAS TIPICAS DE LOS MATERIALES RESINOSOS

---

| PROPIEDAD                                 | R.EPOXICA | FURANO | FENOLICO | POLIESTER |
|-------------------------------------------|-----------|--------|----------|-----------|
| Resistencia a la tensión, en lb/pulg.2    | 2,000     | 1,000  | 1,000    | 2,000     |
| Resistencia a la compresión en lb/pulg.2  | 10,000    | 8,000  | 7,000    | 9,000     |
| Resistencia de la ligazón, - en lb/pulg.2 | 250       | 150*   | 150      | 250       |
| Módulo de ruptura, en lb/pulg.2           | 5,000     | 3,500  | 2,500    | 4,000     |

---

\* furanos con ligazones más resistentes.

b).- TUBERIAS.- El término tubería se utiliza generalmente para cualquier clase de conducto cerrado que se utilice para el transporte de fluidos; en la industria de procesos, las tuberías pueden considerarse como las arterias y venas de las plantas, que suministran fluidos especiales para mantener dicha planta en funcionamiento; aún en lugares donde se manejan sólidos principalmente, éstos, finamente divididos se manejan por tuberías con tanta facilidad como los líquidos y gases ordinarios. Los costos de conducción de materiales pueden llegar fácilmente hasta un 50% ó 70% del costo del equipo en sistemas de tuberías y bombeo. Los principales problemas que suele encontrar el ingeniero químico en el diseño de tuberías son:

- 1.- Selección del material adecuado con la experiencia y las normas establecidas.
- 2.- Selección del tamaño más económico de la tubería para manejar cierto fluido.
- 3.- Distribución de las tuberías de forma que tengan facilidad de acceso, drenaje adecuado, y un mínimo de tensión, compresión y fatiga.
- 4.- Selección de las mejores válvulas para condiciones específicas de servicio.
- 5.- Selección de medios adecuados para unir los tubos y sellar las juntas.
- 6.- Selección de tirantes, amarres, cubiertas y otro tipo de soportes que cumplan los requisitos de vida útil e instalación adecuada.
- 7.- Especificación de aislamientos económicos y eficientes donde sea necesario.

8.- Código de colores convenientes en el exterior de las tuberías, e indicación de las direcciones de flujo para una mejor identificación.

9.- Preparación de las estimaciones detalladas y exactas del costo de los sistemas de tubería.

La demanda actual de una economía creciente y altamente competitiva, ha conducido a procesos con condiciones cada vez más complejas que suponen una multitud de nuevos problemas en el diseño de las tuberías. Las presiones más elevadas, requieren de tuberías de paredes más gruesas, o bien de materiales más resistentes ó específicas, con tratamientos térmicos, ó maquinados en frío, resistentes a la corrosión etc., ó bien, cuando se trata de conducir flúidos flamables, tóxicos, o con otros peligros la seguridad es una consideración primordial en el diseño de tales tuberías. No es posible fijar reglas para hacer un balance-económico entre los costos de la tubería y las pérdidas de vidas ó propiedades resultantes del uso de normas mínimas de diseño.

Se han elaborado especificaciones a este respecto en forma de códigos por asociaciones de diseñadores especializados, teniendo algunos de estos códigos fuerza legal, por lo que resultan obligatorios.

Cualquier conjunto de requisitos para el diseño de tuberías que se haya publicado y que tenga una aplicación específica a nivel nacional, se define como código, aún cuando muchos de ellos llevan el nombre de regulaciones, reglas ó especificaciones.

Resulta de capital importancia que el ingeniero químico esté familiarizado con los códigos disponibles en los Estados Unidos -

de Norteamérica que son válidos para nuestro país. En vista de -  
que dichos códigos son revisados periódicamente a causa de los -  
nuevos descubrimientos de nuevos materiales y de los adelantos -  
en la investigación de los ya conocidos.

Las principales organizaciones y fuentes de información sobre -  
normas y códigos para tuberías, bridas y accesorios, así como -  
también para recipientes a presión aparecen en la tabla No. 14.

TABLA No. 14

|      |                                                                                                                                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ASA  | American Standards Association (Asociación Americana so<br>bre normas) Normas para tuberías, bridas y accesorios, -<br>publicación hecha por la American Society of Mechanical-<br>Engineers.    |
| ASME | American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Ameri<br>cana de Ingenieros Mecánicos) Normas para recipientes -<br>a presión y todas las normas ASA.                                         |
| ASTM | American Society for Testing Materials (Sociedad Ameri<br>cana para pruebas de materiales) Normas para metales.                                                                                  |
| AISA | American Iron and Steel Institute (Instituto Americano-<br>del Hierro y del Acero) Manual sobre productos de acero                                                                               |
| MISS | Manufacturing Standarization Society of Valves and -<br>Fittings Industry (Sociedad para la normalización de la<br>producción en la industria de válvulas y accesorios) -<br>Prácticas normales. |
| API  | American Specifications Superintendent of Documents -<br>(Especificaciones Federales, Superintendente de Documen<br>tos) Normas para tubería metálica.                                           |
| USN  | United States Navy (Armada de los Estados Unidos) Espe<br>cificaciones, normas, planos y publicaciones legalmente<br>necesarias para el trabajo en dicha armada.                                 |

La Asociación Americana sobre normas, ha establecido especifica  
ciones para el espesor de pared de tuberías que se conocen como  
"número de cédula" y que están basados en las siguientes fórmu -

las:

$$\text{No. de cédula} = 1000 \frac{P_s}{S_s} \quad \text{No. de cédula} = 2000 \frac{t}{D_m}$$

- . Ps = presión de trabajo (Kg/cm<sup>2</sup>)
- . Ss = esfuerzo permisible (Kg/cm<sup>2</sup>)
- . t = espesor de pared (mm)
- . Dm = diámetro medio de tubería (mm)

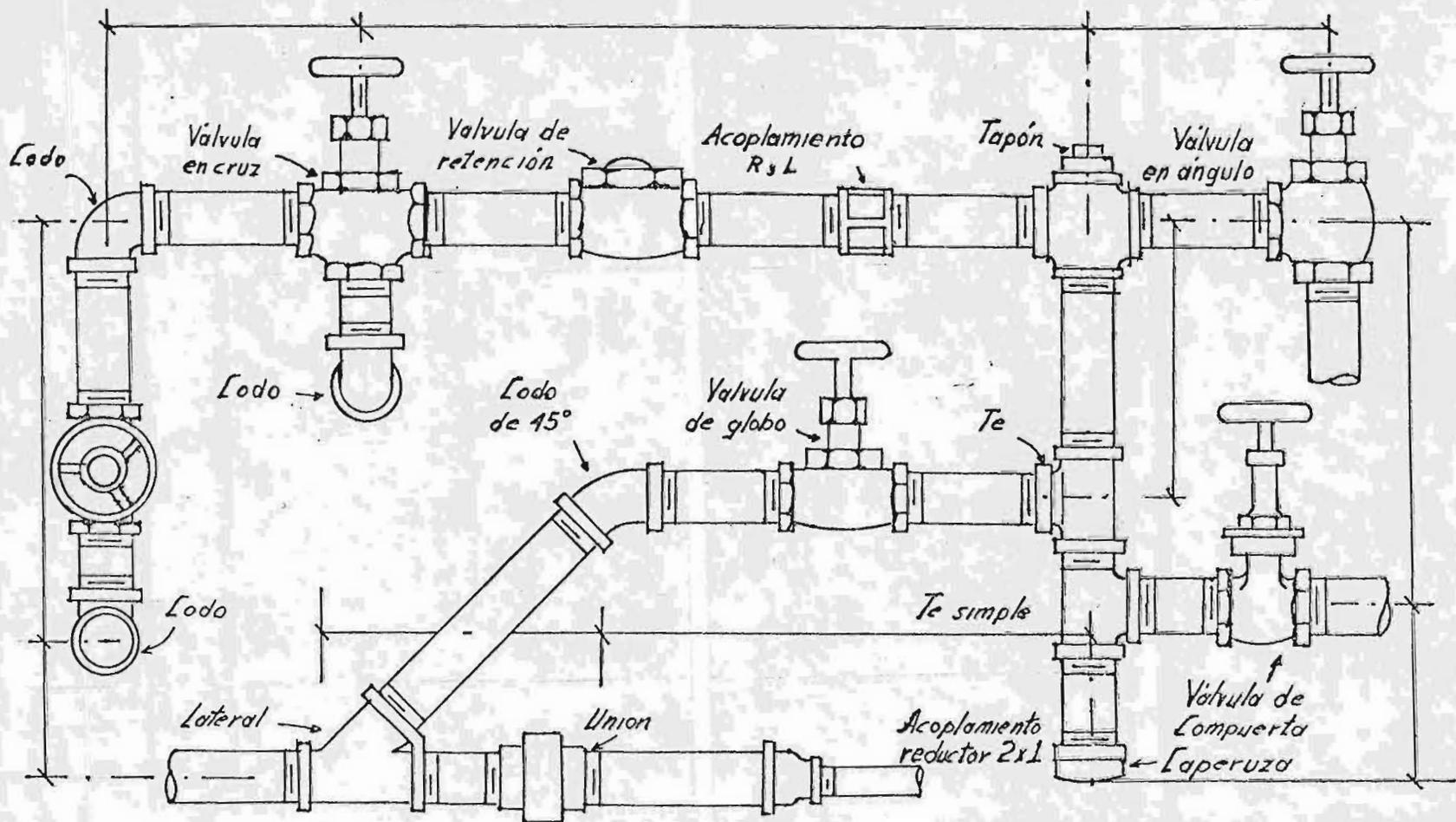
La tubería se especifica mediante el diámetro ó "tamaño nominal de la tubería" cuyas siglas son NPS (Nominal Pipe Size), el cual está relacionado a un diámetro exterior independientemente del número de cédula ó espesor de pared. Esta uniformidad es necesaria con objeto de poder intercambiar los aditamentos de tuberías de diferentes fabricantes.

El espesor de pared está especificado por el código BWG (Birmingham Wire Gauge) que va desde 24 (muy delgada) hasta 7 (muy gruesa) Otro punto importante es ver que tipo de conexiones va a llevar la tubería; esto es; si las uniones son a base de bridas, roscadas, soldadas, etc. (Ver dibujo No 12)

En vista de que los sistemas de tuberías no pueden soportarse por sí mismos, el diseño deberá incluir los métodos de soporte ó sujeción de los mismos. (ver dibujo No. 13)

Algunos de los principales de distribución y arreglo de la tubería para obtener un diseño económico de los soportes, son los siguientes:

- 1.- Agrupar las tuberías para reducir a un mínimo el número de soportes, tirantes ó abrazaderas.



*Nota: Todos los accesorios de 2.54cm M.I. a menos que se indique lo contrario*

*Todas las válvulas de 2.54cm de cuerpo de hierro*

UNAM | FAC. DE QUIMICA.

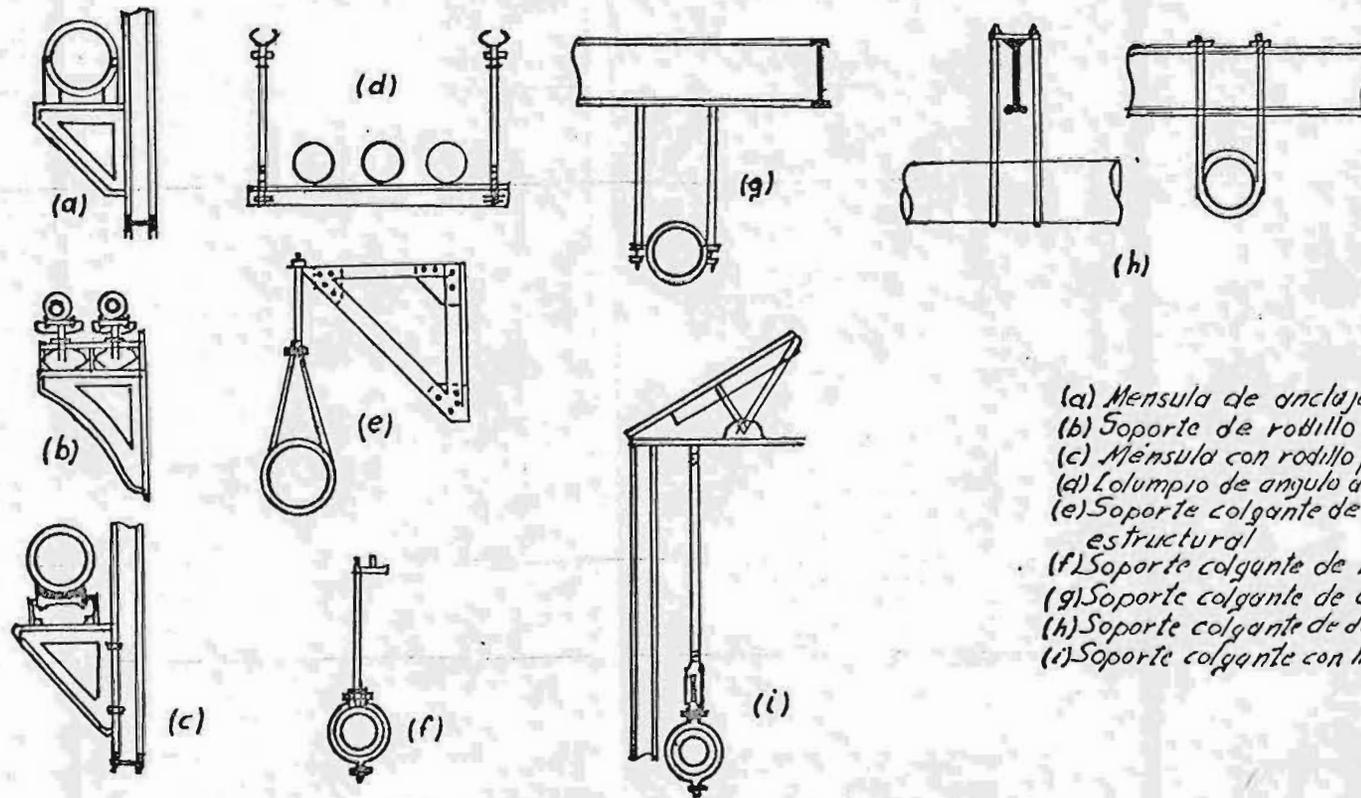
TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA  
QUIMICA  
1971

TUBERIAS

HECTOR TIBURCIO GOMEZ

DIBUJO No. 12



- (a) Mensula de anclaje
- (b) Soporte de rodillo doble
- (c) Mensula con rodillo para expansion
- (d) Columpio de angulo de acero
- (e) Soporte colgante de una mensula estructural
- (f) Soporte colgante de una varilla
- (g) Soporte colgante de dos varillas
- (h) Soporte colgante de dos pernos en U
- (i) Soporte colgante con hebilla giratoria

*Sostenes tipicos de tuberias*

|                               |               |
|-------------------------------|---------------|
| UNAM   FAC. DE QUIMICA.       |               |
| TESIS PROFESIONAL             |               |
| INGENIERIA<br>QUIMICA<br>1971 | SOPORTES      |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ         | DIBUJO No. 13 |

- 2.- Diseñar las tuberías de manera que se soporten por sí solas lo más que sea posible dentro de los límites de flexibilidad.
- 3.- Instalar la tubería debajo de las plataformas cercanas a los miembros estructurales principales del edificio, porque admiten ventajosamente la carga de la tubería.
- 4.- Suministrar espacio suficiente para el buen mantenimiento de las tuberías.
- 5.- Suministrar espacios libres adecuados y drenajes.

El ingeniero químico es llamado con frecuencia para colaborar y supervisar la instalación de tuberías por lo que deberá estar familiarizado con las prácticas de instalación.

c).- AIRE COMPRIMIDO. - El aire comprimido, al igual que algunos otros elementos como la electricidad, el agua y el vapor, son imprescindibles para la operación de las plantas embotelladoras, por eso es importante la instalación de un compresor de aire, diseñado para proporcionarlo libre de aceite, seco, limpio y a baja temperatura, y para reunir estos cuatro requisitos, se han diseñado diferentes tipos de compresores de aire.

Entre los compresores existentes en el mercado, los más recomendables y que mejores resultados han proporcionado, son los de pistón, de los cuáles los hay verticales y horizontales, de un paso, de simple acción y de dos pasos de acción recíproca; de éstos, los que mejores resultados han brindado son los de dos pasos y doble acción sin lubricación de aceite en los pistones ya que sus anillos son de materiales autolubricados como el teflón y el carbón; es preferible elegir el de teflón ya que el que tiene anillos de carbón tiene la desventaja que provoca la presencia de

partículas de ese material en la línea.

La instalación de los compresores de aire debe hacerse en lugares fríos, libres de polvo y humedad, de preferencia con la succión hacia el lado norte del edificio y observar todas las indicaciones y condiciones del fabricante para un mejor funcionamiento. (Ver dibujo No. 14)

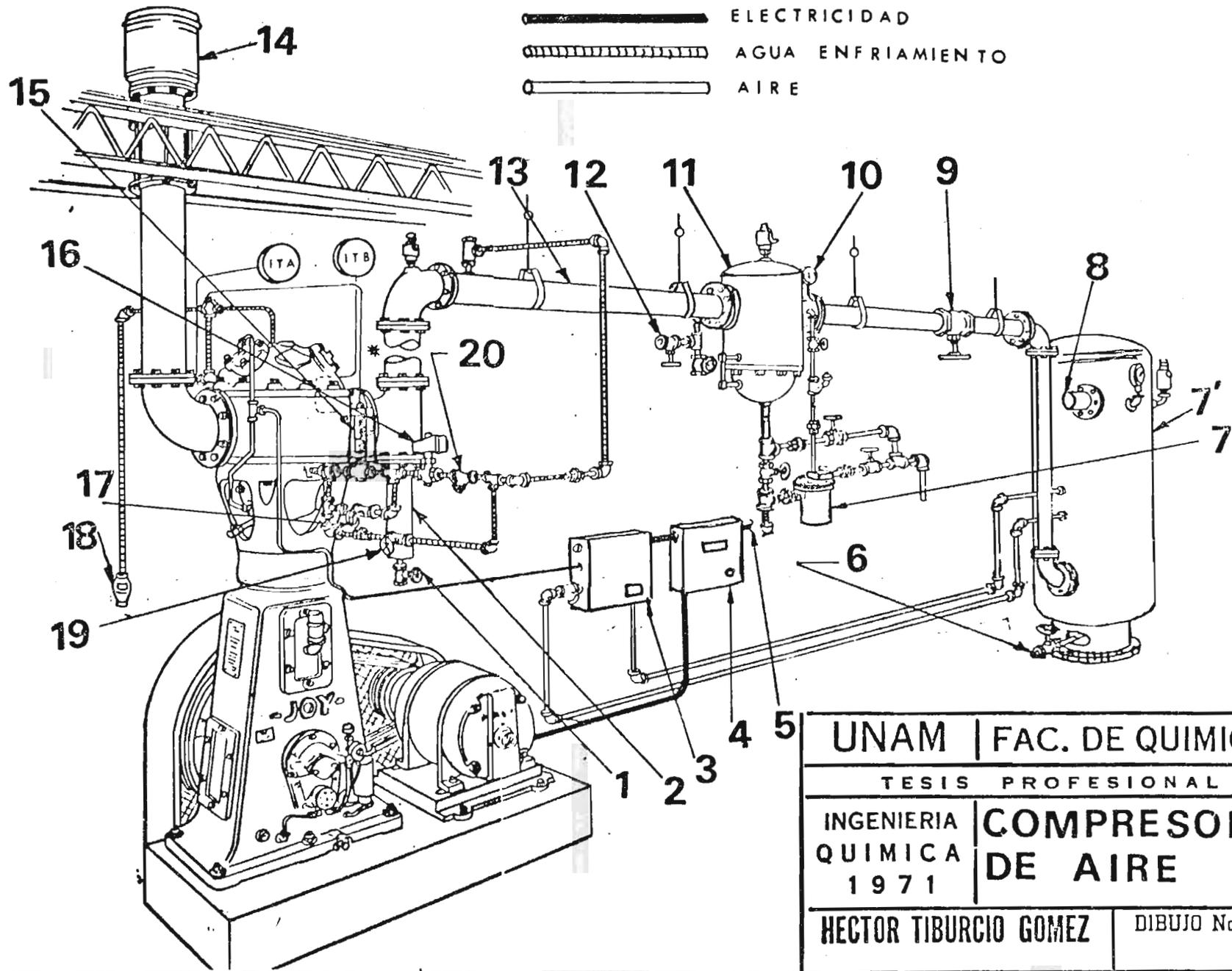
El aire requerido para operar una línea de llenado en una planta embotelladora, está en función del número de válvulas de la llenadora tapadora, y este dato lo proporciona el fabricante del equipo embotellador en las especificaciones de dicha llenadora, sin embargo, es necesario contar con mayor cantidad de aire, debido a que muchos de los controles del equipo son neumáticos.

De acuerdo con los datos suministrados por el fabricante del equipo embotellador tenemos:

TABLA No. 15

| No. de válvulas                         | *40 - 10 | 50 - 10 | 60 - 10 | 72 - 12 |
|-----------------------------------------|----------|---------|---------|---------|
| Aire requerido en ft <sup>3</sup> /min. | 24       | 30      | 38      | 48      |
| Aire requerido en m <sup>3</sup> /min.  | 0.68     | 0.85    | 1.08    | 13.60   |
| H. P. del Motor del Compresor           | 5        | 5       | 5       | 15      |

(\* ) 40, 50, 60 y 72 es el número de válvulas en la llenadora y el número a continuación del guión es el número de coronadores.



100-

|                               |                              |
|-------------------------------|------------------------------|
| UNAM   FAC. DE QUIMICA.       |                              |
| TESIS PROFESIONAL             |                              |
| INGENIERIA<br>QUIMICA<br>1971 | <b>COMPRESOR<br/>DE AIRE</b> |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ         | DIBUJO No.14                 |

d).- REFRIGERACION Y SUS UNIDADES.- En una planta embotelladora - uno de los objetivos del proceso de embotellado es la eliminación del calor del agua tratada, y en algunos casos también del jarabe, con el objeto de controlar la temperatura del embotellado y la eficiencia de la carbonatación, esto se hace mediante la refrigeración.

La palabra REFRIGERACION tiene actualmente muchas definiciones: Refrigeración es el proceso por el cual "frío" es producido; pero más específicamente; Refrigeración es el proceso de sustraer calor de un espacio ó sustancia para reducir su temperatura, y transmitir ese calor sustraído a otro espacio o sustancia.

Recordando algunos conceptos elementales acerca del calor y su transmisión, tenemos:

La refrigeración tiene que ver con dos formas de calor agregado ó sustraído de una sustancia que puede ser medido por un cambio de estado físico sin cambio en la temperatura. Todas las sustancias pueden existir en tres diferentes estados físicos; a saber sólidos líquidos y gaseosos.

En el proceso de refrigeración mecánica básicamente consiste en: El cambio entre los estados líquido y gaseoso de la sustancia que actúa como refrigerante.

La cantidad de calor que tiene que ser absorbida por el líquido refrigerante para pasar al estado gaseoso se denomina como: CALOR LATENTE DE EVAPORACION.

Sabemos que la temperatura a la cuál hierve un líquido refrigerante y se convierte en gas, está determinado por la presión; mientras más alta sea la presión, más elevado será el punto de ebullición; y viceversa, mientras más baja sea la presión más bajo será

su punto de ebullición por lo tanto controlando dicha presión, se controla la temperatura del refrigerante.

El calor siempre se transmite del cuerpo más caliente al cuerpo más frío, por eso, cuando el agua es enfriada el calor pasa del agua al refrigerante.

El sistema de refrigeración moderna empleado por los embotelladores se conoce como sistema ó ciclo de compresión y tiene cuatro elementos básicos:

- 1.- El Compresor
- 2.- El Condensador
- 3.- Equipo de Control del refrigerante
- 4.- El evaporador

Todos los demás aparatos y dispositivos de control y regulación son suplementario para el funcionamiento de esos cuatro elementos básicos y para el control automático de la unidad entera.

Hoy a menudo se escuchan tratándose de refrigeración las expresiones "LADO ALTO" y "LADO BAJO", estas expresiones denominan sencillamente la parte del sistema que queda bajo el efecto de la alta presión ó de la baja presión; el punto divisor de estas presiones es la válvula de control del refrigerante, más conocida como válvula de "expansión".

El flujo del refrigerante a través del ciclo de refrigeración por compresión es como sigue:

- 1.- El refrigerante en forma de gas a baja presión es sacado de la línea por los pistones del compresor en su carrera de succión, cuando los pistones se mueven hacia arriba, el refrigerante gaseoso es comprimido elevándose su presión y su temperatura, siendo impulsado hacia el condensador

- 2.- El refrigerante entra al condensador como gas a alta presión y a una temperatura mayor que la del agua de enfriamiento del condensador. El gas desprende su calor latente transmitiéndoselo al agua y cambia de estado físico condensándose en líquido a alta presión y pasa al depósito de refrigerante líquido.
- 3.- Del depósito de refrigerante líquido a alta presión, pasa por el tercer elemento del ciclo, esto es, a la válvula de control de refrigerante, ó válvula de expansión. Al pasar por esta válvula la presión del refrigerante se reduce lo suficiente para que pueda evaporarse aún cuando en este punto es todavía líquido a baja presión.
- 4.- El refrigerante entra al evaporarse a una presión reducida (el evaporador desempeña el papel opuesto al del condensador) y el refrigerante se evapora tomando el calor latente del agua que va al embotellado, enfriándola.
- 5.- El refrigerante es succionado como gas a baja presión con compresor completando su ciclo.

El empleo del agua refrigerada ha contribuido en gran parte al mejoramiento de la calidad de las bebidas gaseosas permitiendo una buena carbonatación, un mejor llenado, reducción en la formación de espuma en el embotellado y al mismo tiempo abate el consumo excesivo de gas carbónico por pérdidas.

#### UNIDADES USADAS EN REFRIGERACION:

Las unidades de calor para el sistema inglés es el B.T.U. (British Thermal Unit) y es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de una libra de agua en un grado Fahrenheit. Consecuentemente, si la temperatura de una libra de agua es reducida en un-

grado Fahrenheit, un B.T.U. de energía calorífica ha sido sustraído.

En el sistema métrico decimal, la unidad de calor es la Kilocaloría y se define como la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado centígrado un kilogramo de agua, y 1 B.T.U. equivale a 0.252 Kilocalorías

Refiriéndose al sistema métrico decimal, diremos que 1 kg. de hielo a 0°C al pasar de sólido a líquido a 0°C absorbe 80 calorías ó bien; 1 libra de hielo se transforma de sólido a líquido a 32°F absorbiendo 144 B.T.U.

Sin embargo tanto la caloría como el B.T.U. son unidades demasiado pequeñas para usarse en refrigeración, la unidad mayor usada en la práctica se define como el número de B.T.U. necesarios para convertir una tonelada (2000 libras) de agua a 32°F. El calor de fusión del hielo es de aproximadamente 144 BTU/lb, por consiguiente, para congelar 2000 libras de agua, se hace necesario sustraer:

$$2000 \text{ lb} \times 144 \frac{\text{BTU}}{\text{lb}} = 288,000 \text{ BTU}$$

Esta cantidad se llama TONELADA STANDARD DE REFRIGERACION.

Para especificar capacidades debemos saber cuanto tiempo se necesita para llevar a cabo una cantidad particular de refrigeración.

UNA TONELADA COMERCIAL DE REFRIGERACION se define como la absorción uniforme de 288,000 BTU en 24 horas que por minuto serían:

$$\frac{288,000}{24 \times 60} = 200 \frac{\text{BTU}}{\text{Min}} \dots\dots \left( \frac{\text{BTU}}{\text{Min}} \right)$$

En la práctica cuando se habla de una tonelada de refrigeración, se quiere significar una Tonelada Comercial de Refrigeración.

En el sistema métrico decimal, la tonelada métrica de refrigeración se definiría como las calorías necesarias que es necesario sustraer para congelar una tonelada métrica de agua a  $0^{\circ}\text{C}$  en hielo a  $0^{\circ}\text{C}$ , el calor de fusión del hielo es de 80 calorías; por lo que para congelar 1000 kgs. de agua se hace necesario sustraer 80,000-calorías.

e).- CALCULO Y CONSIDERACIONES EN LA SELECCION DE UN EQUIPO DE REFRIGERACION.- Considero de utilidad proporcionar aquí algunos datos técnicos para determinar la unidad de enfriamiento requerido para una línea de embotellado.

Debido a que todos los equipos, botellas y aparatos están fabricados todavía dentro de normas y especificaciones americanas, usaremos unidades del sistema inglés.

Para determinar la cantidad de agua fría por hora que es necesaria es menester conocer los siguientes datos:

- 1.- Número máximo de botellas por minuto (b.p.m.)
- 2.- Temperatura media del agua tratada ( $T_2$ )
- 3.- Temperatura de enfriamiento deseada ( $T_1$ )
- 4.- Capacidad de la botella ( $6\frac{1}{2}$  onzas)
- 5.- Calor específico del líquido a enfriar ( $C_e$  agua=1)

Pasos a seguir:

a) Galones de agua por hora (gph)

$$\text{gph} = \frac{\text{bph} \times 60 \text{ min} \times \text{onzas}}{128 \text{ onzas/galón}}$$

b)  $\text{BTU/hr} = \text{gph} \times 8.3 \text{ lb/gal} \times C_e \text{ agua} \times (T_2 - T_1)$

c) Considerando un 15% de pérdidas que dependen del tipo de enfriador, pérdidas en las líneas, tamaño del tanque, etc.

- d) Determinar el tamaño del compresor y la cantidad de agua de condensación necesaria para comparar los datos con los del fabricante del equipo.
- e) Una tonelada de refrigeración requiere aproximadamente un caballo de fuerza.
- f) Se calcula generalmente que la unidad de refrigeración trabajan el 75% del tiempo de embotellado.
- g) El condensador evaporativo economiza 90.95% del agua de condensación.

#### PROCEDIMIENTO PARA UNA LINEA DE EMBOTELLADO

Datos:

$$\text{bpm} = 142$$

$$T = 80 \text{ F}$$

$$T = 40 \text{ F}$$

$$\text{Tamaño botella} = 6\frac{1}{2} \text{ oz.}$$

$$\text{Ce agua} = 1$$

a).- Galones por hora de agua

$$\text{gph} = \frac{142 \times 60 \times 6}{128} = 400 \text{ gph aprox.}$$

$$\text{b).- BTU/hr} = 400 \times 8.3 \times 1 \times (80-40) = 132,800 \frac{\text{BTU}}{\text{hr}}$$

$$\frac{\text{Ton.Ref.}}{\text{hr}} = \frac{132,800}{12,000} = 11 \frac{\text{Ton.Ref.}}{\text{hr}} \quad \text{aprox.}$$

c).- Considerando 15% por pérdidas

$$11 \times 1.65 = 12.75 \frac{\text{Ton.Ref.}}{\text{hr}} \quad \text{aprox.}$$

d).- Potencia requerida: 12 3/4 HP por lo tanto se usará un compesor de 15 HP.

Algunas consideraciones en la selección de un equipo. Cada equipo -

para enfriamiento de agua tiene sus propias ventajas que deben ser consideradas al seleccionar un equipo nuevo, en la actualidad hay una tendencia hacia los tipos de refrigeración instantánea y la combinación de carbonatador-enfriador.

El equipo de refrigeración debe seleccionarse después de un cuidadoso estudio de las condiciones de la planta y de los equipos accesibles.

- 1.- Determinar la temperatura ideal de operación para la llenadora, conociéndose la máxima temperatura en el verano caluroso del agua a la salida del purificador.
- 2.- Sostener a un mínimo la fluctuación en las temperaturas del agua, esto se consigue por controles diferenciales.
- 3.- Equipo fácil de limpiar y lavar, a prueba de polvo y suciedad, debe estar equipado con válvulas de purga.
- 4.- Los metales usados en el enfriador deben ser a prueba de corrosión preferiblemente de acero inoxidable.
- 5.- Debe instalarse de manera que sea accesible al servicio de mantenimiento.
- 6.- En algunas localidades es aconsejable considerar la recirculación del agua de enfriamiento instalando condensadores evaporativos ó torres de enfriamiento atmosférico; este problema implica la consideración de costos en la energía eléctrica y del agua.

Las partes más importantes del equipo de refrigeración mostrado en la página 100, dibujo No. 14 son las siguientes:

- 1.- Drenado
- 2.- Caida de condensado
- 3.- Panel de control
- 4.- Arranque (encendido)
- 5.- Conectar a la línea según el diagrama eléctrico
- 6.- Drenado
- 7.- Trampa automática
- 7<sup>o</sup>.-Tanque
- 8.- Conexión de aire para la línea.
- 9.- Válvula de cierre
- 10.- Termómetro
- 11.- Separador de humedad
- 12.- Entrada de agua
- 13.- El post-enfriador debe estar ligeramente inclinado hacia abajo, en el sentido del flujo del aire.
- 14.-Succión de aire.
- 15.-Válvula de control de temperatura del agua, regula automáticamente el flujo del agua de acuerdo con su temperatura.
- 16.-Válvula solenoide del agua, abre al encender y cierra al apagar el compresor.
- 17.-By-Pass, abrir la válvula para dejar pasar un flujo pequeño y continuo todo el tiempo.
- 18.-Salida de agua y señal de flujo.
- 19.-By-Pass usado para llenar las cámaras de enfriamiento del cilindro antes del arranque inicial, en marcha normal permanece cerrado.
- 20.-Percolador.

(\*) Cuando se emplea un post-enfriador, la tubería entre el compresor y el post-enfriador debe tener cerca de 5 metros de longitud; en caso de no ser posible, se instala un tambor amortiguador en la brida de descarga del compresor en lugar de la "tee" mostrada, ésto disminuye el efecto de las pulsaciones.

## C A P I T U L O VII A.

### INSTALACIONES ELECTRICAS. ( FUERZA )

a).- Maquinaria de producción. Como ya se ha mencionado en el presente trabajo, se considerará una planta embotelladora con equipo unitario, es decir, una sola línea de producción como base de cálculo.

Esta línea de producción será por razones de eficiencia una línea rápida del tipo de premezcla (pre-mix), en capítulo aparte estoy explicando los tipos pre-mix y post-mix; pues también; esta línea la constituyen esencialmente los siguientes elementos:

- 1).- Un transportador de cajas con botellas vacías. Este transportador sirve para desentarrimar ó "despalletizar" y conducir las cajas con botellas vacías a la desempaadora.
- 2).- Una desempaadora ó desencañadora. Esta máquina tiene por objeto retirar la botella vacía de su respectiva caja, y colocarla en el transportador de alimentación de la mesa de lavadora.
- 3).- Transportador y mesa de carga. Tiene por objeto transportar la botella vacía y alimentar la lavadora.
- 4).- Una lavadora de botellas.
- 5).- Mesa de descarga de la lavadora y transportador de

sola hilera con cadena de 3.25 pulgadas.

- 7).- Transportador de botellas de alimentación a llenadora.
- 8).- Una lámpara de inspección de vacío. Bajo la atención del ojo humano.
- 9).- Un inspector electrónico.
- 10).- Una llenadora - tapadora.
- 11).- Una lámpara de inspección de lleno.
- 12).- Un transportador de lleno. En cadena de 3.25 pulgadas.
- 13).- Un transportador de acumulación.
- 14).- Una empacadora.
- 15).- Un transportador de cajas con producto. Hasta la zona de "palletizaje", ó entarimado.  
Regresando al elemento No. 2, se continúa con el circuito de cajas con el siguiente elemento:
- 16).- Un transportador de cajas vacías. Hasta la empacadora.
- 17).- Un Flo-mix, ó bien un sincrómetro combinado con carbonatador-enfriador y deaerador.
- 18).- Un compresor de aire con capacidad adecuada a los consumos correspondientes de las máquinas llenadoras, empacadora, lavadora y revisadora electrónica, además del consumo de aire en el taller mecánico y-automotriz cuando éstas existan dentro de la planta.

- 19).- Un equipo de refrigeración con capacidad en toneladas de refrigeración adecuada al volumen máximo de fabricación.
- 20).- Un condensador evaporativo
- 21).- Un equipo de gas carbónico con capacidad adecuada para no tener recargas excesivamente frecuentes de CO (gas carbónico).
- 22).- <sup>2</sup>Sala de Jarabes, que contará con recipientes de acero inoxidable de capacidad adecuada al volumen máximo de producción unos tanques para jarabe simple y otros para jarabe terminado.
- 23).- Agua, equipos de bombeo, hidroneumático y tratamiento de agua.
- 24).- Un Generador de vapor de capacidad adecuada al consumo del mismo en la máquina lavadora y que permita el calentamiento rápido de la misma al iniciar el primer turno de producción.

b).- Evaluación de Cargas. La evaluación de cargas que enseña voy a detallar está apegada a un equipo real, tal como se mencionó al principio de este capítulo. La nomenclatura del enlistado siguiente está en el mismo orden en que aparecen los distintos elementos citados en el inciso anterior:

- 1).- Transportador de cajas con botellas vacías 1 H. P.
- 2).- Desempacadora 1 H. P.
- 3).- Transportador y mesa de carga 1 H. P.
- 4).- Lavadora:  
1 Motor principal 5 H. P.

|                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 Bomba de agua                                                                 | 10 H. P.  |
| 1 Bomba de recirculación de cáustico                                            | 10 H. P.  |
| 1 Agitador de cáustico                                                          | 0.75 H.P. |
| 4 Válvulas economizadoras                                                       | 0.50 H.P. |
| 5).- Mesa de descarga                                                           | 2 H.P.    |
| 6).- Combinador                                                                 | 0.75 H.P. |
| 7).- Transportador de vacío                                                     | 0.75 H.P. |
| 8).- Lámpara de inspección de vacío                                             | 100 Watts |
| 9).- Inspector electrónico (110 V, monofásico)                                  | 1.5 Kw    |
| 10).- Llenadora - Tapadora                                                      | 5 H. P.   |
| 11).- Lámpara de inspección de lleno                                            | 100 Watts |
| 12).- Transportador de lleno                                                    | 0.75 H.P. |
| 13).- Transportador de acumulación                                              | 1.5 H.P.  |
| 14).- Empacadora (3 motores de 3 H.P. c/u)                                      | 9 H. P.   |
| 15).- Transportador de cajas con producto                                       | 2 H. P.   |
| 16).- Transportador de cajas vacías hasta empa-<br>cadora                       | 2 H. P.   |
| 17).- Flo-mix:                                                                  |           |
| Bomba premezcla                                                                 | 15 H. P.  |
| Bomba de agua                                                                   | 3 H. P.   |
| Bomba de vacío                                                                  | 2 H. P.   |
| Embolo buzo (Plungers) (Recirculación -<br>premezcla) (2 motores 0.5 H. P. c/u) | 1 H. P.   |
| 18).- Compresor de aire                                                         | 50 H. P.  |
| 19).- Equipo de refrigeración de amoníaco (2 -<br>motores 50 H. P. c/u)         | 100 H. P. |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 20).- Condensador evaporativo                      |           |
| Motor del ventilador                               | 10 H. P.  |
| Motor de la bomba de agua                          | 2 H. P.   |
| 21).- Equipo de gas carbónico:                     |           |
| Refrigeración                                      | 3 H. P.   |
| Calentador (Trifásico)                             | 10 Kw     |
| 22).- Sala de Jarabes:                             |           |
| 2 Agitadores de jarabe simple (3 H.P. c/u)         | 6 H. P.   |
| 4 Agitadores de jarabe terminado (3 H.P. -<br>c/u) | 12 H. P.  |
| 1 Bomba de jarabe simple                           | 3 H. P.   |
| 1 Bomba de jarabe terminado                        | 3 H. P.   |
| 1 Bomba para filtro-prensa                         | 5 H. P.   |
| 23).- Agua:                                        |           |
| Bomba de pozo profundo (Supuesto)                  | 15 H. P.  |
| Bomba de cisterna a Hidroneumático                 | 5 H. P.   |
| Bomba de Hidroneumático                            | 3 H. P.   |
| Tratamiento de Agua:                               |           |
| Bomba principal                                    | 7.5 H.P.  |
| Dosificadores (2 motores de 0.5 H.P. c/u)          | 1 H. P.   |
| Agitador de cal                                    | 2 H. P.   |
| Reductor Turbinas                                  | 0.75 H.P. |
| 24).- Caldera:                                     |           |
| Calentador de Combustible (Trifásico)              | 7.5 Kw    |
| Ventilador                                         | 15 H. P.  |
| Bomba de Agua                                      | 7.5 H.P.  |
| Bomba de Combustible                               | 1 H. P.   |

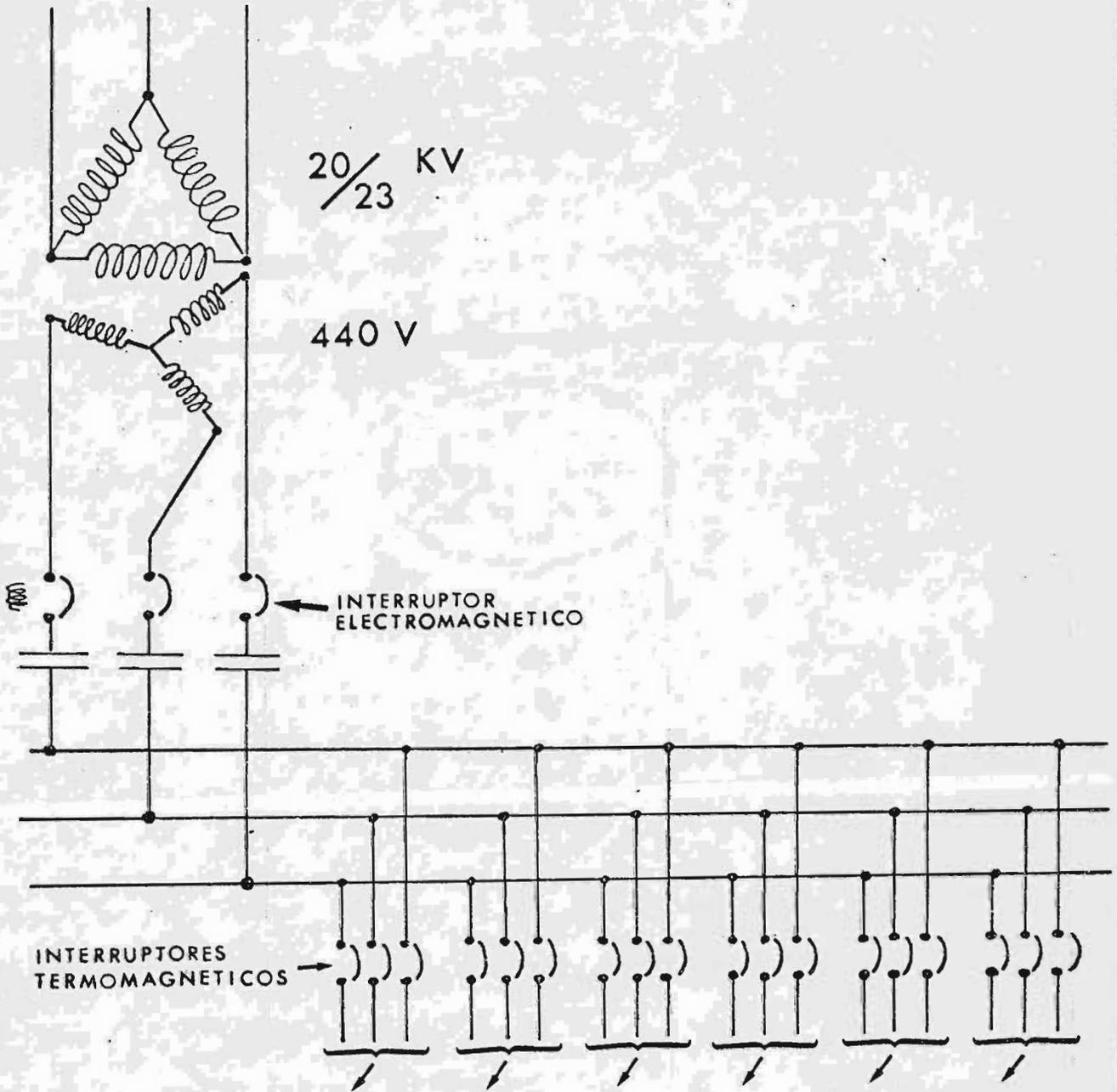
Control

0.5 Kw

c).- Cálculo de la subestación eléctrica.

Conforme a la reglamentación actual de la Secretaría de - Industria y Comercio, Dirección General de Electricidad y Compañías Distribuidoras de Energía Eléctrica en el país, se ha establecido la normalización de los servicios de distribución en alta tensión en los niveles de 20/23 K V., así como la estandarización de frecuencias a 60 Hertz (ciclos por segundo) - para cualquier nuevo servicio en alta tensión (Tarifa 8 N de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, S. A.) en el nivel citado considerando que el primer paso de alimentación será en 23 000 Volts. Esta reglamentación nos obliga a pensar anticipadamente en la adquisición de transformadores de potencia para 20/23 K V. y 50/60 Hz. (c. p. s.).

La distribución de servicios eléctricos dentro de la planta quedará a voluntad del industrial y a las normas establecidas por las diferentes firmas de productos embotellados, es decir, podrá efectuarse para fuerza en los niveles de 220 Volts ó bien, 440 Volts. Cabe aquí, hacer la aclaración de que una instalación de fuerza secundaria en el nivel de 440 Volts resultará mucho más económica que la misma instalación efectuada en el nivel de 220 Volts, en virtud de que para igualdad de potencia se tendrán conductores de calibres correspondientes a la mitad de la capacidad conductora de dichos alimentadores a 220 Volts. Esto se puede explicar fácilmente con la siguiente fórmula de alimentación trifásica:



A TABLEROS DE CONTROL EN FABRICACION

UNAM | FAC. DE QUIMICA.

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA  
QUIMICA  
1971

TRANSFORMA-  
DOR (FUERZA)

HECTOR TIBURCIO GOMEZ

DIBUJO No. 15

$$HP = \frac{\sqrt{3} E I \cos \varphi \eta}{746} \dots\dots\dots (1)$$

$$I = \frac{HP \times 746}{\sqrt{3} E \cos \varphi \eta} \dots\dots\dots (2)$$

dónde H. P. es la carga en caballos de potencia

I es la corriente expresada en amperes

E es la tensión expresada en volts

$\cos \varphi$  es el factor de potencia cuyo valor mínimo requerido - por la Cía. de Luz y Fuerza del Centro S. A. es de 0.85 es la eficiencia de los motores de inducción jaula de - ardilla que varía según las técnicas americana y euro - pea, y cuyo promedio se estima en 83%.

746 es la constante por la que hay que multiplicar los H. P. para obtener su equivalente en Watts.

Como facilmente se observará que teniendo como variable E, para un valor de 440 Volts, arrojará un valor la corriente I de la mitad del que arrojaría para un valor de E = 220 Volts.

La capacidad de la subestación expresada en K.V.A. (Kilo-voltampers) se determinará de la siguiente manera:

$$KVA = \frac{\sqrt{3} VI}{1,000} \dots\dots\dots (3)$$

De la lista de cargas dadas en el inciso anterior, tenemos un total de 325.75 H. P. más 19.7 Kw que expresados en H. P. más 19.7 Kw que expresados en H. P.:

$$HP = \frac{Kw}{0.746} \quad \therefore \quad HP = \frac{19.7}{0.746} \approx 26.5 \text{ HP}$$

y tendremos un total de  $325.75 + 26.5 = 352.25 \text{ H. P.}$

Aplicando la fórmula No. 2 al caballaje encontrado:

$$I = \frac{325.25 \times 746}{1.73 \times 440 \times 0.85 \times 0.83} \approx 490 \text{ Amperes.}$$

Siempre es aconsejable considerar un 10% adicional en la capacidad de la subestación para todos aquellos servicios imprevistos y que siempre surgen, en nuestro cálculo será de aproximadamente 50 amperes que sumados a los anteriores nos dará 540 amperes, en números redondos 550 amperes; y aplicando la fórmula No. 3 tendremos:

$$KVA = \frac{1.73 \times 440 \times 550}{1.000} \approx 420 \text{ KVA.}$$

Las capacidades nominales en línea de fabricación de transformadores, consignan 450 K.V.A. que será la capacidad del transformador para fuerza con alimentación primaria de 20/23-KV y secundaria a 440 V en conexión delta - estrella ( $\Delta$ - $\lambda$ ).

Para el servicio de alumbrado, carga que supondremos con un valor de 35 Kw que es un valor bastante aceptable para una planta embotelladora; usaremos un transformador de 37.5 K.V.A.

por las mismas razones que el anterior con alimentación primaria de 20/23 KV y secundaria de 220/120 V; ambos transformadores para 50/60 c.p.s.

Consecuentemente la capacidad de transformación de la subestación será de:  $450 + 37.5 = 487.5$  K. V. A.

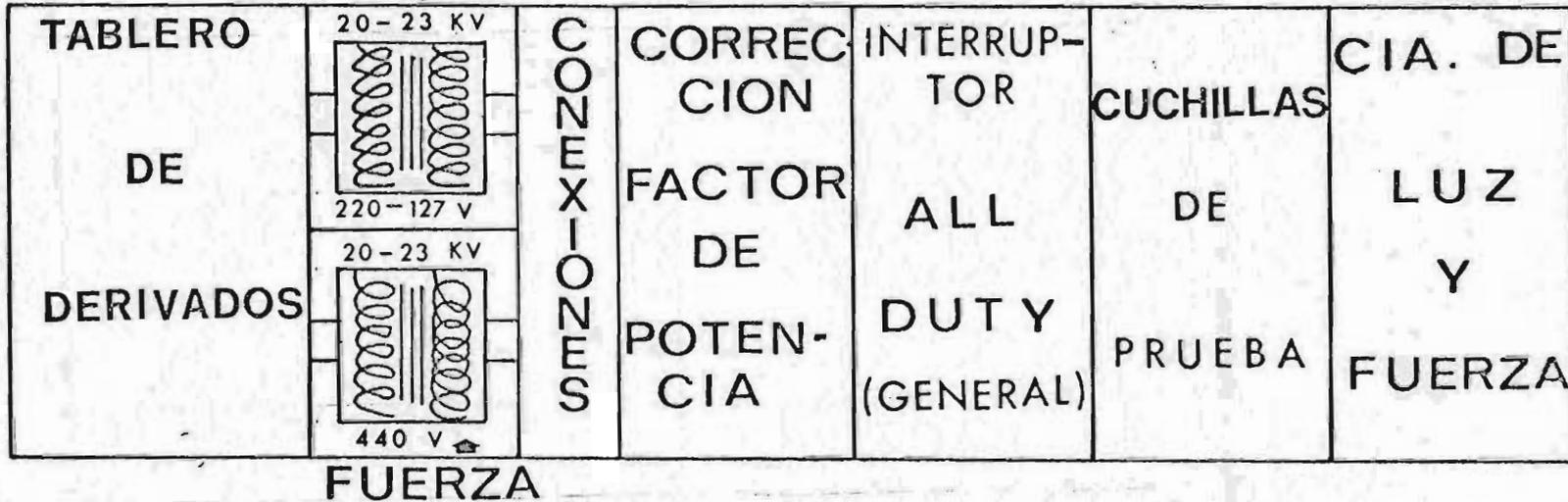
Ahora bien, si consideramos que las instalaciones de esta planta embotelladora tienen un factor de servicio del 70% en cuanto a fuerza se refiere, quiere decir que tendremos un 30% disponible para cualquier futura ampliación dentro de este límite. Dependiendo de la capacidad económica del industrial, se puede prescindir de ese 30% y seleccionar el transformador estandar igual o inmediatamente superior a la capacidad resultante del 70%; en nuestro caso se tendría:

$$450 \times 0.7 = 315 \text{ K. V. A.}$$

y la selección inmediata del transformador sería de:

$$375 \text{ K. V. A.}$$

# ALUMBRADO



UNAM | FAC. DE QUIMICA.

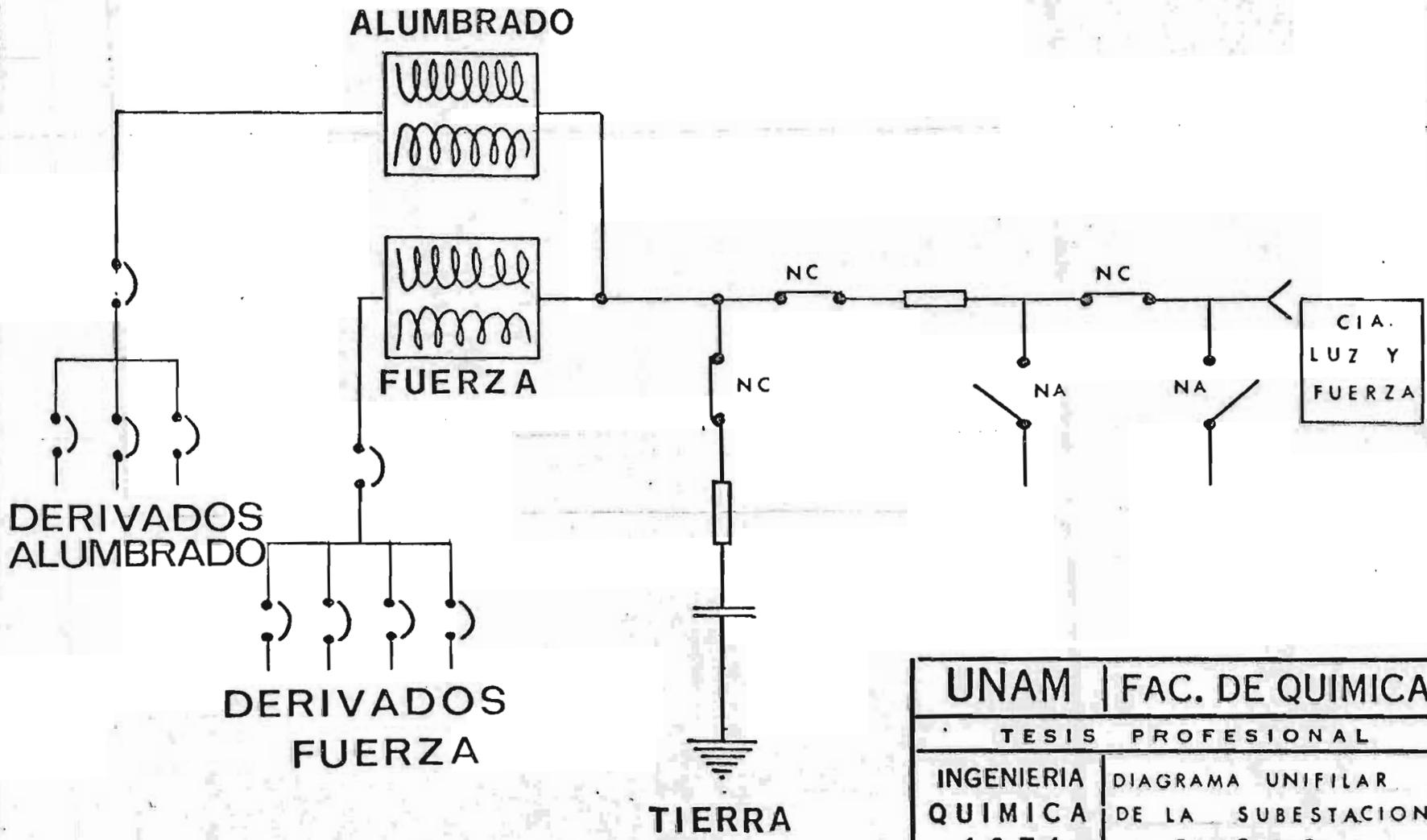
TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA  
QUIMICA  
1971

SUBESTACION

HECTOR TIBURCIO GOMEZ

DIBUJO No. 16



DERIVADOS ALUMBRADO

DERIVADOS FUERZA

ALUMBRADO

FUERZA

TIERRA

UNAM | FAC. DE QUIMICA.

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA QUIMICA 1971 | DIAGRAMA UNIFILAR DE LA SUBESTACION ELECTRICA

HECTOR TIBURCIO GOMEZ

DIBUJO No. 17

d).- Tablero de derivados en la subestación. El tablero de derivados en una subestación eléctrica es un elemento indispensable para el buen funcionamiento de la distribución de energía en baja tensión.

El tablero de derivados influye terminantemente en los siguientes aspectos:

- 1).- Diversificación de circuitos
- 2).- Economía en los conductores ó alimentadores principales de los circuitos
- 3).- Protección contra fallas de fase y bajo voltaje

Diversificación de circuitos.- En la aplicación directa - en el ejemplo base del presente trabajo, quedará perfectamente explicado lo que significa diversificar circuitos.

Refiriéndonos al inciso "b" de este capítulo, las cargas que en el aparecen se pueden agrupar en la siguiente forma:

I.- Cargas que corresponden a la línea de embotellado - propiamente dicho (1 al 17) con un total de 76.25 H. P. constituirán un primer derivado cuya capacidad será:

$$I = \frac{HP. \times 746}{\sqrt{3} E \cos \phi \eta} = \frac{76.25 \times 746}{1.73 \times 440 \times 0.83 \times 0.85} \approx 105 \text{ Amperes}$$

Considerando un factor de servicio del 70%, tenemos que los 105 amperes se nos convierten en 73 amperes que sumado a los 80 amperes del arranque del motor de 15 H. P. del inciso (17) tenemos 153 amperes.

El interruptor termomagnético adecuado para este derivado sería de 150 amperes, 440 Volts, 3 fases y 50/60 c.p.s. (según

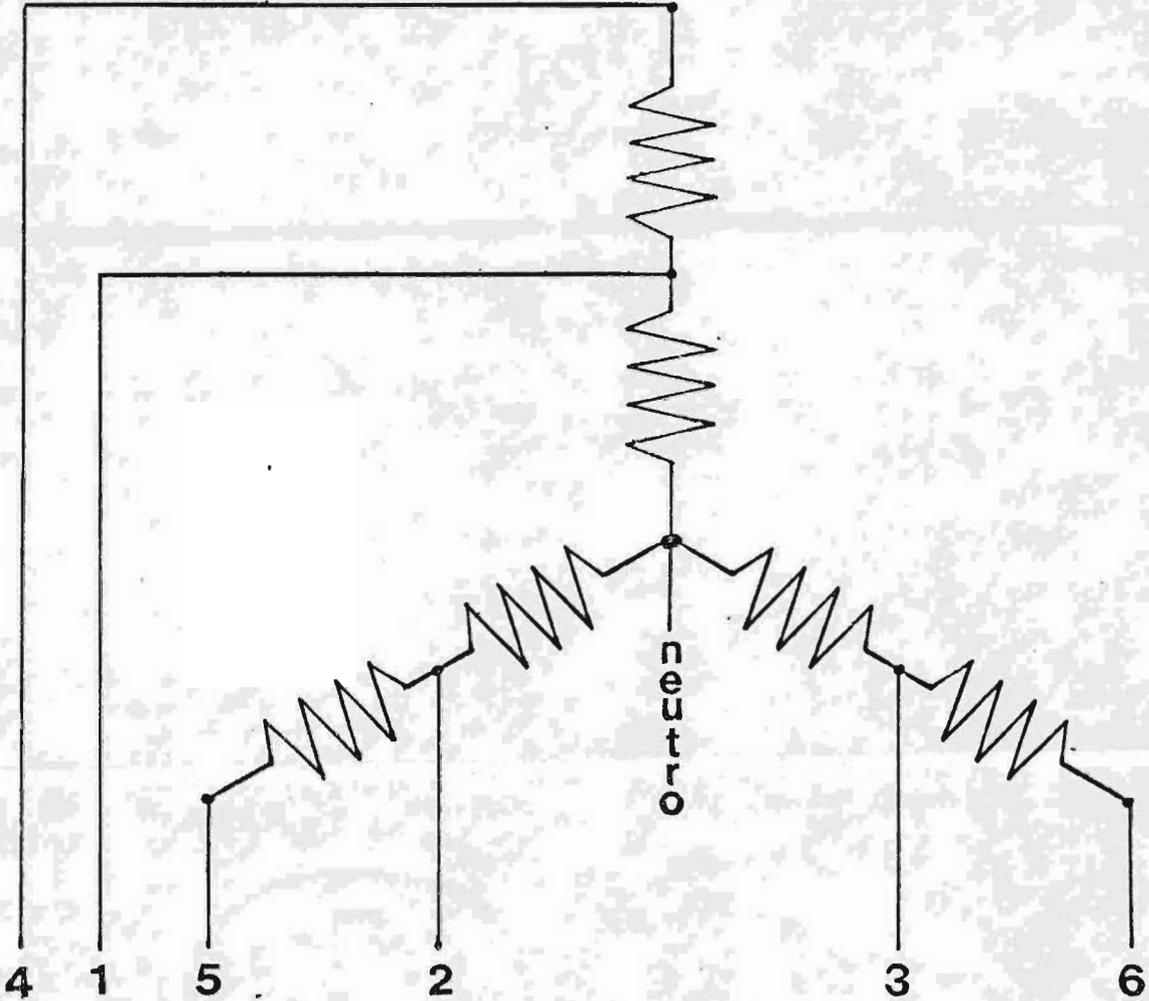
catálogo).

II.- Los puntos 18 y 20 de la lista de cargas constituirán otro derivado ya que normalmente, y como medida preventiva en los aspectos tanto de operabilidad como de mantenimiento, conviene, tener duplicado el equipo de aire comprimido ya que es básico para la línea de producción. Para este derivado que alimentará la carga de 62 H. P. será como sigue:

|                            |              |         |
|----------------------------|--------------|---------|
| Motor de 10 H. P.          | 14           | amperes |
| Motor de 2 H. P.           | 3.3          | amperes |
| Motor de 50 H. P.          | <u>63</u>    | amperes |
| Total                      | 80.3         | amperes |
| Arranque Motor de 50 H. P. | <u>252.0</u> | amperes |
| Total                      | 332.3        | amperes |

El interruptor termomagnético adecuado tendrá que ser de capacidad suficiente para que el arranque de uno de los motores de 50 H. P. correspondientes a los compresores de aire, más la carga en amperes de los motores del condensador evaporativo, más la carga en amperes de uno de los motores de los compresores nos da un total de 332.3 amperes que en el mercado se convierte en uno de 350 amperes.

III.- El equipo de refrigeración constituirá por sí solo otro derivado ya que cuenta con 2 motores de 50 H. P. cada uno es necesario tomar en cuenta que estos motores son de devanado "bipartido" (ver dibujo No. 17), y el sistema de cálculo para la corriente de arranque es diferente a los cánones de cálculo para motores de inducción normales y se calcula así:



|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| UNAM   FAC. DE QUIMICA.       |                       |
| TESIS PROFESIONAL             |                       |
| INGENIERIA<br>QUIMICA<br>1971 | DEVANADO<br>BIPARTIDO |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ         | DIBUJO No. 18         |

$$I_A = 60\% I_{RB}$$

$I_A$  = Corriente de arranque

$I_{RB}$  = Corriente de rotor bloqueado

$$I_{RB} = 300\% I_N$$

$I_N$  = Corriente Normal

Tomando los valores para un motor de 50 H. P. a 440 Volts trifásico tendremos que  $I_N = 63$  amperes.

$$I_{RB} = 3 \times 63 = 189 \text{ amperes}$$

$$I_A = 0.6 \times 189 = 113.4 \text{ Amperes}$$

Consecuentemente la capacidad del interruptor termomagnético para este derivado será de:

$113.4 + 63 = 176.4$  amperes, o sea de una capacidad comercial de 200 amperes.

IV.- Este derivado comprenderá las cargas correspondientes a los números 21 y 22 de la lista de cargas cuya suma es de 45.5 H. P. aproximadamente, por lo que tendremos:

$$I = \frac{45.5 \times 746}{\sqrt{3} \times 440 \times 0.83 \times 0.85} \approx 63.20 \text{ Amperes.}$$

Más la carga expresada en amperes de la resistencia .....

$I_{RESIST} = 13.1$ , amperes  $63.20 + 13.1 = 89.40$  amperes. El interruptor termomagnético adecuado será entonces de 90 amperes, más la corriente de arranque del motor de 5 H. P. de la bomba del filtro prensa  $90 + 30 = 120$  amperes, por lo que el interruptor de 150 amperes es el adecuado.

V.- El No. 23 de la lista de cargas constituye otro deri-

vado, y el caballaje total es de 34.25 H. P.

|                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| 1 Motor de 15 H. P. (arranque) | 80.0 amperes       |
| 1 Motor de 5 H. P.             | 7.5 amperes        |
| 1 Motor de 3 H. P.             | 4.5 amperes        |
| 1 Motor de 7.5 H. P.           | 11 amperes         |
| 1 Motor de 1 H. P.             | 1.8 amperes        |
| 1 Motor de 2 H. P.             | 3.3 amperes        |
| 1 Motor de 3/4 H. P.           | <u>1.4 amperes</u> |
|                                | 99.5 amperes       |

El interruptor termomagnético adecuado deberá ser de - 100 amperes.

VI.- Un derivado más, lo constituye el No. 24 de nuestra lista de cargas:

|                                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| 1 Calentador de 75 Kw trifásico    | 10.0 amperes        |
| 1 Bomba de agua de 7.5 H. P.       | 11.0 amperes        |
| 1 Bomba de combustible de 1 H. P.  | 1.8 amperes         |
| Control 0.5 Kw = $\frac{500}{440}$ | <u>1.2 amperes</u>  |
|                                    | 24.0 amperes        |
| Arranque motor de 15 H. P.         | <u>80.0 amperes</u> |
| TOTAL                              | 104.0 amperes       |

El interruptor termomagnético adecuado será de 125 amperes.

VII.- Capacidad del interruptor general en el tablero de derivados. Ya se vió que la capacidad requerida para la alimentación de fuerza en la Subestación eléctrica es de 375 K.V.A. -

por lo que el interruptor general necesario deberá tener una capacidad suficiente para manejar el amperaje que arrojan los K.V.A. señalados; o lo que es lo mismo:

$$I_{\text{máx}} = \frac{375000}{\sqrt{3} \cdot 440} = 492.64 \text{ Amperes.}$$

Dentro de las capacidades comerciales para interruptores-electromagnéticos, tenemos el de 600 amperes, 440 Volts, 3 fases 50/60 c.p.s.

Economía en los conductores ó alimentadores principales de los circuitos. Al tener diversificados los circuitos, se obtendrá una protección separada ó particular de todos los servicios que permitirá la localización de fallas eléctricas por un lado sin detrimento de la continuidad de operación en los demás servicios, y además una protección por corto circuito en las instalaciones que impide que el transitorio de corto circuito gravite sobre el transformador que es prácticamente el corazón suministrador de energía.

Al tener diversificados los circuitos se facilitará la distribución y además se tendrá una economía por los calibres de los conductores empleados. Esta economía en la erogación por concepto de conductores, permite calcular dichos conductores como adelante se verá, con la regulación necesaria; es decir con la caída de potencial ó voltaje permisible en los puntos de utilización, según sean las exigencias técnicas y de diseño de los elementos ó dispositivos a operar; ó bien, cuando menos cumplimentar con las disposiciones al respecto que esta-

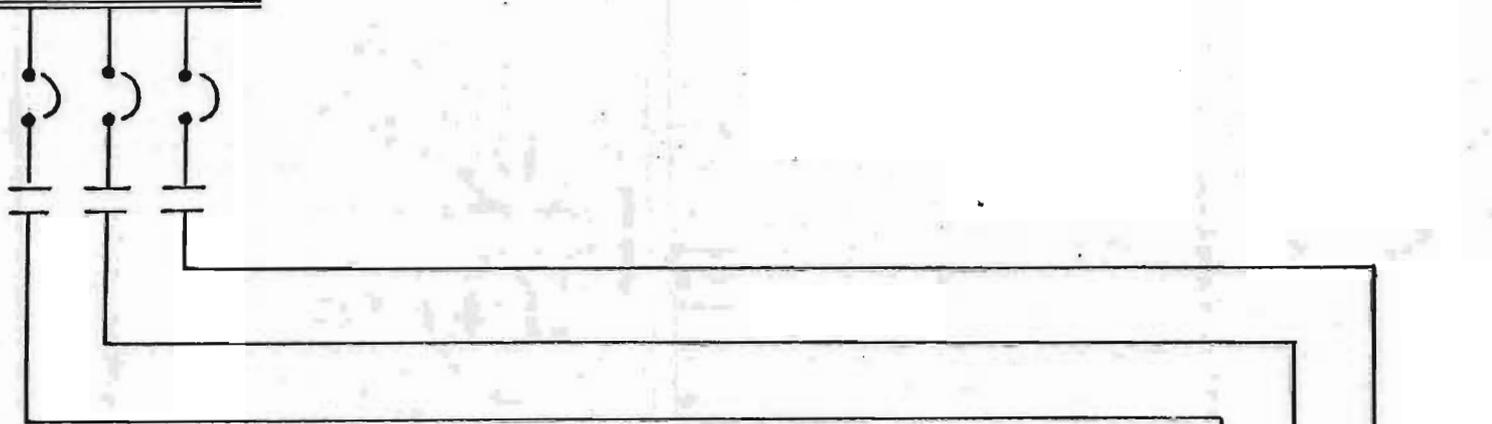
blece el Código Nacional Eléctrico y Reglamento de Instalaciones Eléctricas vigente en el país, que establece que en los puntos de utilización no se tenga una caída de voltaje que exceda al 3% del voltaje nominal.

3.- Protección contra falla de fase y bajo voltaje. Tomando en consideración el plan ya mencionado del gobierno de la Cd. de México a través de la Secretaría de Industria y Comercio Dirección General de Electricidad y Cías. distribuidoras de Energía Eléctrica acerca de distribuir a la Industria en el nivel 20/23 K.V.A. hace nada menos que imposible, hablando desde el punto de vista económico el instalar en las subestaciones eléctricas interruptores automáticos ya que dicho interruptor, y dependiendo de su capacidad interruptiva necesaria en el mismo costaría mucho más que toda la subestación incluyendo tableros de derivados y posiblemente otros tableros adicionales; consecuentemente resulta prohibitivo, por lo cual se tienen que pensar en el empleo de dispositivos contra falla de fase y bajo voltaje en el lado de baja tensión utilizando para ello la bobina de disparo de los interruptores electromagnéticos.

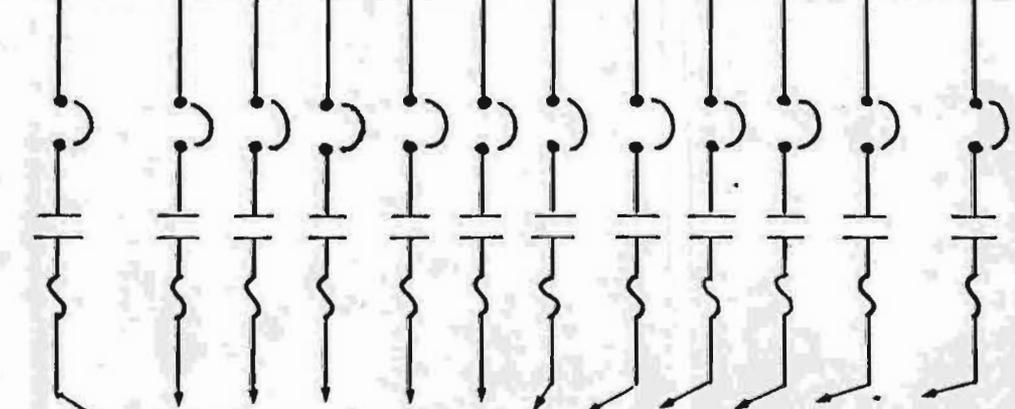
Gracias al desarrollo de la tecnología en México, ya se ha logrado fabricar estos equipos de protección totalmente transistorizados y en consecuencia a precios económicos como los fabricados por Industrias M. C., S. A.

El siguiente dibujo nos muestra la forma en que se localizan los tableros de derivados en la subestación:

TABLERO DE  
DERIVADOS  
(EN SUBESTACION)



TABLERO DE CONTROL Y DISTRIBUCION (EN FABRICACION)



LINEAS A MOTORES

UNAM | FAC. DE QUIMICA.

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA  
QUIMICA  
1971

TABLERO DE  
DERIVADOS

HECTOR TIBURCIO GOMEZ

DIBUJO No. 19

e).- Tableros de control y distribución: Partiendo del derivado correspondiente para las cargas propias de la línea de fabricación, localizado ya en los tableros de derivados en la subestación, se puede mandar un alimentador a un tablero secundario de distribución y control para dicha línea de fabricación. Este tablero secundario permite la diversificación de los alimentadores particulares a cada servicio con las ventajas ya señaladas para el tablero principal de derivados permitiendo el tener una instalación limpia, de fácil entendimiento para los operarios de mantenimiento eléctrico y así como también para los operadores de la línea de fabricación. Esta se puede ilustrar por medio del siguiente diagrama.

f).- Cálculo de Alimentadores: La corriente individual por conductor en los diferentes sistemas de distribución, se puede determinar por las fórmulas que a continuación se ennumeran, en las cuáles, la nomenclatura es la siguiente:

- I = Corriente por conductor expresado en amperes  
W = Potencia eléctrica expresada en Watts  
fp = Factor de potencia  
Ep = Voltaje entre conductores correspondiente a fases  
Eg = Voltaje entre una fase y el hilo neutro

En los sistemas de distribución se presentan los siguientes casos:

|                                           |                                |
|-------------------------------------------|--------------------------------|
| 1 fase, 2 hilos                           | $I = \frac{W}{E_p \times E_g}$ |
| 1 fase, 3 hilos                           | $I = \frac{W}{2E_g \times fp}$ |
| 2 fases, 3 hilos<br>(alambres exteriores) | $I = \frac{W}{2E_p \times fp}$ |
| 2 fases, 3 hilos<br>(con alambre común)   | $I = \frac{W}{2E_p \times fp}$ |
| 2 fases, 4 hilos                          | $I = \frac{W}{2E_p \times fp}$ |
| 3 fases, 3 hilos                          | $I = \frac{W}{3E_p \times fp}$ |
| 3 fases, 4 hilos                          | $I = \frac{W}{3E_g \times fp}$ |

La resistencia ohmica de un conductor de cobre comercial, que tenga un pie de longitud y un calibre de 1 circular-mill,

es de 10.6 a 10.8 ohms, cuando el conductor está sujeto a una temperatura de 24 C.

Para fines de cálculo, un valor de 10.7 ohms por circular-mill-pie, dá suficiente exactitud. Bajo esta base, la resistencia de cualquier conductor de cobre comercial está dada por:

$$R = \frac{10.7 \times L}{A}$$

No. 1 L = Longitud en pies del conductor.

R = Resistencia en ohms del conductor.

A = Area del conductor en circular-mills.

De la Ley de Ohm, que se expresa mediante la fórmula -

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{No. 2}$$

dónde I = Corriente en amperes

V = Voltaje en Volts

R = Resistencia en Ohms

Se puede despejar el valor de R dónde  $R = \frac{V}{I}$  No. 3

Al calcular la resistencia del conductor en un circuito, habrá que considerar que la longitud total del mismo es 2L, substituyendo el valor de R de la fórmula No. 3 en la fórmula No. 1 y tomando en cuenta lo dicho en el párrafo anterior para la longitud, se tendrá:

$$\frac{V}{I} = \frac{10.7 \times 2 L}{A}, \text{ en dónde } V = \frac{10.7 \times 2 L \times I}{A} \quad \text{No. 4}$$

Esta fórmula No. 4 dá la caída de potencial para un calibre de

terminado del conductor, y la corriente que por él vaya a fluír.

$$I = \frac{V \times A}{10.7 \times 2L} \quad \text{No. 5}$$

Esta fórmula No. 5 dá la corriente necesaria para producir una determinada caída de potencial en un cierto calibre de conductor.

$$A = \frac{10.7 \times 2L \times I}{V} \quad \text{No. 6} \quad (A = \text{circular-mills})$$

La fórmula No. 6 sirve para calcular el calibre correcto de un conductor para una cierta caída de voltaje y una corriente pre fijada.

C A P I T U L O VIII A

INSTALACIONES ELECTRICAS. (ALUMBRADO)

a).- Generalidades.- La iluminación, desde el punto de vista de la Higiene Industrial, debe llenar ciertas características con el fin de que no sea lesiva para el ojo humano, amén de que sea eficiente para poder realizar el trabajo debidamente. Estas condiciones de la luz son, en primer lugar que sea lo más semejante a la luz solar para la cuál está adaptada el ojo humano; enseguida que no tenga variaciones ú oscilaciones en cuanto a intensidad, con el fin de evitarle al mismo ojo trabajo innecesario para los diversos grados de intensidad luminosa la luz debe estar dispuesta en tal forma que no existan zonas oscuras ó zonas intensamente iluminadas, con el objeto también de evitarle al ojo humano trabajo innecesario por adaptaciones sucesivas de las zonas oscuras a las altamente iluminadas.

Dado que la iluminación es un punto muy importante en las plantas embotelladoras, expondré a continuación los siguientes conceptos: El poder luminoso de una fuente de luz es su capacidad para emitir energía luminosa la iluminación de una superficie es la cantidad de energía que llega a esa superficie. Cabe

advertir que se trata unicamente de aquella fracción de la energía radiante capaz de excitar el órgano de la visión y no de toda la energía radiante emitida por las fuentes luminosas, ya que una gran parte de dicha energía no da lugar a la sensación de luz.

A la energía luminosa que constantemente está saliendo ó fluyendo de las fuentes luminosas se le llama flujo. En términos más precisos se llama flujo luminoso al total de la energía visible emitida por una fuente luminosa en la unidad de tiempo, y por lo que toca a una fuente luminosa, se llama poder luminoso de la misma a la capacidad que tiene de emitir flujo luminoso.

Como las velas ó bujías fueron fuentes de luz muy usuales durante muchos años, es natural que se haya elegido una bujía como la unidad original para comparar la capacidad de emitir energía de las diversas fuentes luminosas. En Algunos países se eligió una bujía de cierta clase de cera encendida con una flama de longitud definida y que se consume a cierta razón constante por hora; en otros países se eligió la flama de un mechero de gas en condiciones constantes; etc. Los distintos patrones originaron confusión por lo que en el siglo pasado se convino en Francia en adaptar como unidad de intensidad luminosa el "VIOLLE" que es la intensidad luminosa emitida por la superficie de un centímetro cuadrado de platino a la temperatura de fusión.

Esta unidad resultó ser demasiado grande comparada con -

las bujías usadas con anterioridad en otros países y por eso - se ha usado más comunmente la bujía decimal cuya intensidad luminosa es 20 veces menor que la del violle; en la actualidad - la bujía internacional está dada por un patrón arbitrario proporcionado por un grupo de lámparas incandescentes que se conservan cuidadosamente en Francia, Inglaterra y EE UU.

Se llama iluminación a la cantidad de energía luminosa - que llega a un cuerpo, y para comparar las iluminaciones de - los diferentes cuerpos que reciben rayos luminosos, se adopta una unidad de iluminación que se denomina BUJIA-METRO o LUX; y es la iluminación que tiene una superficie blanca mate colocada a un metro de distancia de una bujía decimal.

Actualmente existen otras unidades de iluminación como - el lúmen/m<sup>2</sup> que equivale también a 1 Lux; el lúmen/pie<sup>2</sup> ó - pie-candela, lúmen/estereorradian ó ángulo sólido, candelas/cm<sup>2</sup>, etc.

b).- Niveles necesarios de iluminación.- Una iluminación adecuada es vital para todas las diversas actividades que son realizadas en las plantas industriales modernas, muchas investigaciones han demostrado claramente que cuando disminuye la iluminación la eficiencia de cualquier operación dentro de una planta industrial.

La técnica de la iluminación está tan bien establecida en la actualidad que existen normas completas para determinar la iluminación adecuada para todos los tipos de operaciones en -

una planta y para todas las condiciones de construcción y de disposición. Esta técnica ha avanzado tanto que existen docenas de definiciones, normas y factores de conversión para describir todas las características de la luz y para convertir de un método de medida en otro; una comprensión de todos estos métodos resulta innecesaria y cae fuera del objetivo del presente trabajo, razón por la cual usaré indistintamente varias unidades de iluminación sin describirlas.

El alumbrado adecuado en una planta embotelladora es una necesidad; el buen alumbrado estimula la limpieza y la sanidad general, también incrementa la eficiencia y reduce los peligros y los accidentes.

La experiencia ha dictado la preferencia por el alumbrado fluorescente, ó bien por el de vapor de mercurio a pesar de que las lámparas incandescentes son más económicas y más simples en su instalación, tienen la desventaja, aparte de otras, de que el número de lúmenes producidos por watt de energía de entrada es más bien bajo; por ejemplo, se producen aproximadamente de 16 y 20 lúmenes por watt con lámparas incandescentes comunes del tipo no lustrado de 100 y 500 watts respectivamente; y se producen 8.5 y 12.5 lúmenes por watt con lámparas incandescentes del tipo luz de día de 100 y 500 watts respectivamente. Además cuando se usa una lámpara incandescente, se vaporiza el tungsteno de la superficie de su filamento y se deposita como un revestimiento negro sobre la parte interna del bulbo. Luego de transcurridas 500 horas, aproximadamente, un 10% de la luz producida es absorbida por este revestimiento, y para -

el momento en que la lámpara normalmente se quema (alrededor de 1000 horas) se pierde algo más del 20% de la luz producida.

Debido a éstos y otros inconvenientes, se están investigando constantemente fuentes luminosas que produzcan más lúmenes por watt y que tengan una vida útil más larga.

Ahora bien, el alumbrado fluorescente y el de vapor de mercurio han tenido una mejor aceptación debido a que el alumbrado incandescente produce también mucho calor en cambio el fluorescente se ha popularizado tanto por sus altas intensidades y menor producción de calor además de la economía de su operación, la luz difusa y suave de estas lámparas incrementa la eficiencia de los obreros y contribuye a su comodidad.

En ocasiones, tanto en bodegas como en almacenes, el uso de "tragaluces" ó "claraboyas" en el techo proporcionan suficiente luz natural sin que se requiera la iluminación artificial, excepto en las noches y en días nublados.

Los niveles necesarios de iluminación recomendables en una planta embotelladora son los siguientes: expresados en Lux:

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| Sala de Jarabes       | 400 Lux |
| Sala de Embotellado   | 400 Lux |
| Sala de Auxiliares    | 200 Lux |
| Bodegas de Productos  | 200 Lux |
| Subestación eléctrica | 200 Lux |
| Taller mecánico       | 150 Lux |
| Despachos y Oficinas  | 250 Lux |
| Comedor               | 150 Lux |

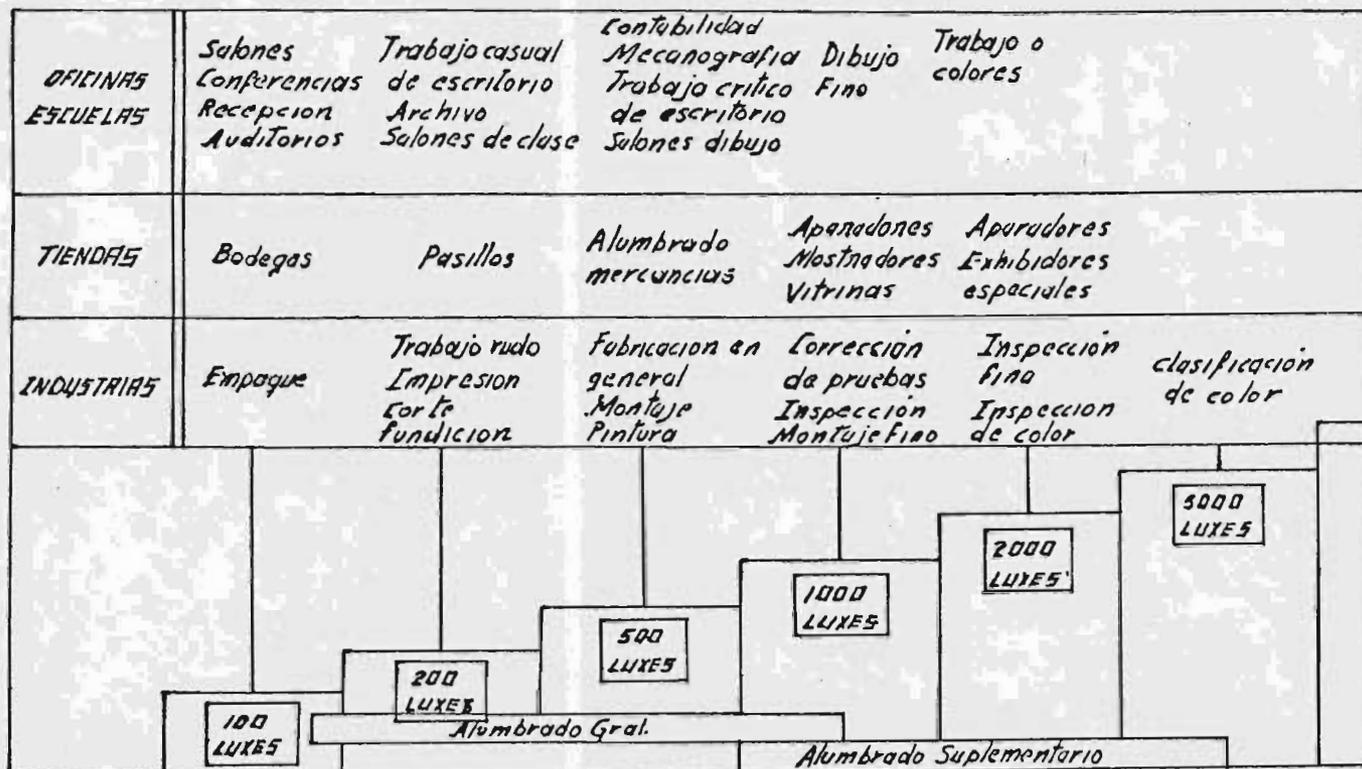
|                        |         |
|------------------------|---------|
| Baños y W. C.          | 100 Lux |
| Almacén de Refacciones | 100 Lux |
| Laboratorio            | 200 Lux |

(Veáse dibujo No. 20)

c).- Selección del tipo de luminario y su distribución. En las instalaciones de iluminación de plantas industriales modernas, casi nunca se encontrará una lámpara descubierta montada en un simple portalámparas. Las lámparas están habitualmente montadas en soportes ó artefactos especiales conocidos como luminarias que proveen una serie de funciones útiles, tales como las siguientes:

- 1).- Soporte mecánico y protección para la lámpara y para los conectores y accesorios eléctricos (arrancadores balastras, etc.) que son necesarias para su operación.
- 2).- Ubicación de las conexiones eléctricas en una forma tal que es equivalente a aquella de una caja de salida y un portalámparas simple.
- 3).- Concentración de la mayor parte de la luz en la dirección deseada.
- 4).- Difusión y ocultamiento de la fuente de suministro de luz de manera que la luz sea distribuida en forma uniforme, y que la vista del personal no sea dañada por la observación de superficies de lámparas brillantes.
- 5).- Efectos de calor y decoración.

NIVELES DE ILUMINACION RECOMENDABLES  
LUXES o LUMENS / m<sup>2</sup>



UNAM | FAC. DE QUIMICA.

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA  
QUIMICA  
1971

NIVELES  
DE  
ILUMINACION

HECTOR TIBURCIO GOMEZ

DIBUJO No. 20

Estas tres últimas funciones se pueden lograr mediante los cinco métodos básicos de iluminación que son conocidos como: DIRECTO, SEMIDIRECTO, DIFUSO, SEMI-INDIRECTO E INDIRECTO; estos términos están basados en los porcentajes aproximados de luz total que es dirigida en dirección ascendente y descendente.

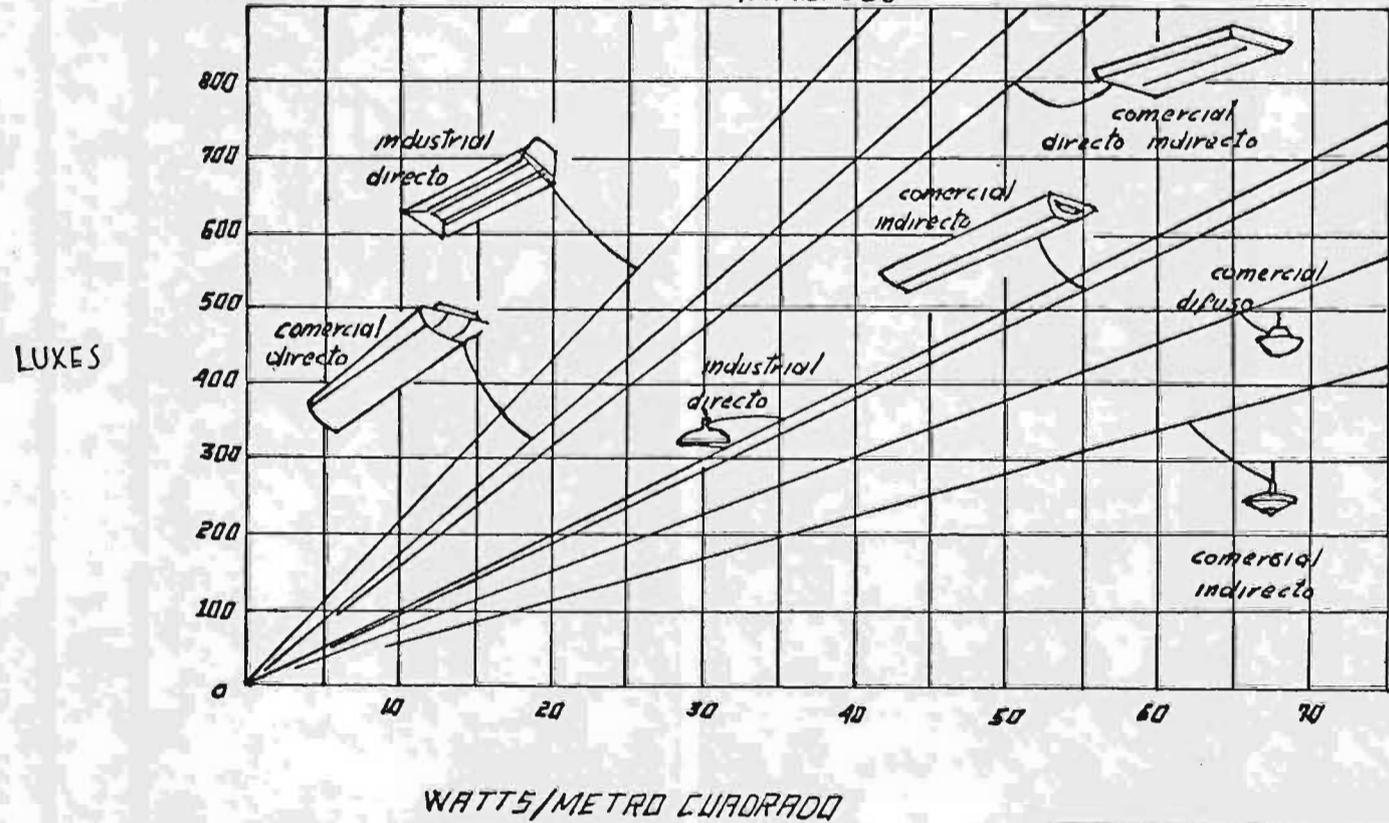
Una vez seleccionado el nivel de iluminación necesario expresado en Luxes, por medio de la gráfica del dibujo No. 21 se determinarán los watts por metro cuadrado con el tipo de luminaria deseado; hay que tener en cuenta que  $1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lúmen/m}^2$ .

Generalmente se usan las lámparas tipo SLIM-LINE y WIDE-LITE que son unidades mercuriales de alto rendimiento lumínico cuyo factor de servicio es de 1.2 debido a las balastras, 400 watts y 220 Volts.

d).- Circuitos necesarios. La Compañía de Luz y Fuerza Motriz del Centro, S. A., acepta por cada circuito de iluminación una carga de 1400 a 1900 watts, utilizando conductores con calibre No. 12 y No. 14 código AWG. Por lo tanto conociendo la superficie a iluminar, y elegidas las luminarias y sus respectivas cargas, es posible determinar el número de circuitos necesarios para la iluminación. Con el objeto de ilustrar este capítulo, propongo el siguiente ejemplo:

Se desea iluminar una superficie de 20 m x 60 m a un nivel de iluminación de 200 Lux. Se requiere saber el número de luminarias, número de lámparas y número de circuitos necesarios para poder hacer una buena distribución.

*Calculo de la carga electrica por concepto de Alumbrado*



*Seleccionado el nivel de iluminacion en Luxas adecuado determinense los Watts por metro<sup>2</sup> en la grafica correspondiente al tipo de equipo de alumbrado escogido.*

|                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| UNAM   FAC. DE QUIMICA.    |                            |
| TESIS PROFESIONAL          |                            |
| INGENIERIA QUIMICA<br>1971 | CALCULO DE CARGA ELECTRICA |
| HECTOR TIBURCIO GOMEZ      | DIBUJO No. 21              |

Se calcula primero la superficie a iluminar.

$$20 \times 60 \text{ m} = 1\,200 \text{ m}^2$$

Enseguida, en la gráfica del dibujo No. 21 obtenemos los watts/m<sup>2</sup> correspondientes a 200 luxes suponiendo que se eligió el alumbrado industrial directo (luminaria de dos lámparas).

Vemos que a 200 luxes corresponden 10 watts/m<sup>2</sup> por lo que dicha cantidad la multiplicamos por la superficie total a iluminar con el objeto de saber cuantos watts vamos a necesitar para la carga total.

Esta última cantidad obtenida la dividimos ahora entre el número de watts permisibles por circuito para obtener el número de circuitos (tomaremos el valor de  $\frac{12\,000 \text{ watts}}{1\,500 \text{ circuitos}}$  )

Ahora calcularemos el número de lámparas

Se obtuvieron 25 lámparas de 400 watts c/u a 220 Volts - unidades WIDE-LITE.

Si las luminarias constan de dos lámparas cada una, redondearemos el número de lámparas a 26 con el objeto de tener 13 luminarias que deberán estar conectadas a 8 circuitos y distribuidas uniformemente para lograr el efecto deseado en iluminación.

e).- Cálculo de alimentadores.-- Esta sección ya se trató en el capítulo anterior donde están todas las fórmulas necesarias para el cálculo de dichos alimentadores.