

2ej  
54



# Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

" SELECCION DE BOMBAS CONTRA INCENDIO PARA  
PLANTAS DE PROCESO "



T E S I S

EXAMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUIMICA

Que para obtener el Titulo de  
INGENIERO QUIMICO  
p r e s e n t a

JOSE ANGEL MARTINEZ FLORES



México, D. F.

1986



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

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

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

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

INDICE

|  | PAG. |
|--|------|
| 1.- INTRODUCCION . . . . .   | 1    |
| 2.- GENERALIDADES . . . . .  | 3    |
| 2.1.- FLUJO Y FLUIDOS . . . . .  | 3    |
| 2.2.- EQUIPO DE BOMBEO . . . . .   | 14   |
| 3.- IMPORTANCIA DE LA PROTECCION CONTRA INCENDIO . . . . .   | 31   |
| 3.1.- PREVENCION DE LA EMERGENCIA . . . . .  | 32   |
| 3.2.- DISMINUCION DEL RIESGO DE ACCIDENTES DE LOS<br>TRABAJADORES . . . . .                        | 33   |
| 3.3.- DISMINUCION DEL COSTO DE LA PRIMA CONTRA<br>INCENDIO . . . . .                               | 34   |
| 4.- CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES PARA COMBATIR<br>INCENDIOS EN PLANTAS DE PROCESO. . . . . | 37   |
| 4.1.- TEORIA DEL FUEGO . . . . .   | 37   |
| 4.2.- AGUA . . . . .   | 47   |
| 4.3.- AGENTES ESPUMOGENOS . . . . .  | 54   |
| 5.- CARACTERISTICAS Y PARTES PRINCIPALES DE LA UNIDAD<br>BOMBEO CONTRA INCENDIO . . . . .          | 57   |
| 5.1.- BOMBAS CONTRA INCENDIO . . . . .   | 57   |
| A).- BOMBAS HORIZONTALES . . . . .   | 60   |
| B).- BOMBAS TURBINA VERTICAL . . . . .   | 65   |
| C).- BOMBA JOCKEY . . . . .  | 70   |
| D).- DISPOSITIVOS PARA PROPORCIONAR ENERGIA<br>A LAS BOMBAS . . . . .                              | 74   |

|   |     |
|---|-----|
| 6.- SELECCION DE BOMBAS CONTRA INCENDIO PARA PLANTAS  |     |
| DE PROCESO. . . . .                                   | 80  |
| 6.1.- CONDICIONES DE DISEÑO . . . . .                 | 81  |
| 6.2.- CRITERIOS DE CALCULO . . . . .                  | 85  |
| 6.3.- FORMULACION DE REQUISICIONES PARA BOMBAS        |     |
| CENTRIFUGAS CONTRA INCENDIO. . . . .                  | 87  |
| 7.- MATERIALES DE CONSTRUCCION PARA LAS BOMBAS CONTRA |     |
| INCENDIO . . . . .                                    | 92  |
| 7.1.- MATERIALES QUE COMPONEN LA BOMBA ESTANDAR       |     |
| ACUERDO AL TIPO DE AGUA DESPLAZADA. . . . .           | 93  |
| 8.- COSTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO . . . . .         | 108 |
| 9.- CONCLUSIONES . . . . .                            | 113 |
| 10.-BIBLIOGRAFIA . . . . .                            | 115 |

## CAPITULO 1

## INTRODUCCION.

El hombre desde sus inicios ha intentado transformar la naturaleza, así por necesidad propia logra obtener el fuego al friccionar dos pedazos de madera.

En ese afán de querer tener mejores satisfactores, crea procesos de transformación, formando así lo que es una industria. Así, la industria desde su nacimiento ha manejado procesos de transformación, estos procesos traen como consecuencia posibilidades de que existan riesgos dentro de una planta de proceso, ya que una planta nunca trabaja idealmente.

Con el crecimiento industrial, estos procesos de transformación se han vuelto bastante complejos y la cantidad de riesgos ha aumentado enormemente, a tal grado que la seguridad industrial ha adquirido una vital importancia.

Dentro de los riesgos que pueden ocurrir en una planta de proceso encontramos uno de gran importancia: la probabilidad de incendio.

Por lo que es importante que se tenga sistemas de protección contra el riesgo de incendio, siendo los sistemas contra incendio a base de agua uno de los más utilizados.

Dentro de este sistema contra incendio, el equipo de bombeo juega un papel muy importante, ya que proporcionará el agua a las condiciones de presión adecuadas en los puntos requeridos para el combate.

Por esta razón, uno de los requisitos para alcanzar el éxito al combatir un incendio, se basa precisamente en la selección de las bombas contra incendios.

## CAPITULO 2

## GENERALIDADES.

## 2.1.-FLUJO Y FLUIDOS.

El comportamiento de los fluidos es importante en el estudio de la ingeniería química y constituye uno de los fundamentos del estudio de las operaciones básicas. Es esencial el conocimiento de los fluidos, no solo para el tratamiento exacto de los problemas sobre el movimiento de los mismos a través de tuberías, bombas y toda clase de aparatos, sino también para el estudio del flujo de calor y de muchas operaciones de separación que dependen de la difusión y de la transferencia de materia.

## A).- NATURALEZA DE LOS FLUIDOS

Un fluido es una sustancia que se deforma continuamente cuando se le sujeta a un esfuerzo cortante. Si se intenta variar la forma de una masa de fluido se produce un deslizamiento de unas capas de fluido sobre otras, hasta que se alcanza una nueva forma.

Durante la variación de la forma, se producen esfuerzos cortantes, cuya magnitud depende de la viscosidad del fluido y de la velocidad de deslizamiento, pero cuando se alcanza la forma final, desaparecen todos los esfuerzos cortantes. Un fluido en equilibrio carece pues de esfuerzos cortantes.

A una determinada temperatura y presión, un fluido posee una densidad definida; al modificar estas variables, la variación

de la densidad puede ser grande o pequeña. Si la densidad varfa poco, el fluido se denomina no compresible y si varfa considerablemente el fluido recibe el nombre de compresible; se considera a los líquidos como fluidos no compresibles y a los gases como fluidos compresibles.

Durante el desplazamiento de un fluido podemos distinguir dos tipos de flujos, laminar y turbulento, los cuales dependen de la velocidad másica de desplazamiento, del diámetro del tubo y de la viscosidad. La forma de cuantificar si es flujo laminar o turbulento es mediante el número de Reynolds, cuya fórmula es la siguiente:

$$Re = \frac{G D}{\mu} \quad (1)$$

donde

G = masa velocidad del fluido, kg/seg m<sup>2</sup>

D = diámetro del tubo, m

$\mu$  = viscosidad del fluido, kg/seg m

Después de una serie de experimentos Reynolds establece los siguientes límites para flujo laminar y turbulento.

Flujo laminar, Re menor o igual que 2100

Flujo turbulento, Re mayor o igual que 4000

Región de transición, Re de 2100 a 4000

En la práctica, el flujo turbulento es más importante para el ingeniero químico que el flujo laminar, debido a que la mayoría de los procesos manejan velocidades elevadas.

## B) FLUIDOS USADOS EN LA PROTECCION CONTRA INCENDIO

Los incendios de considerable magnitud que ocurren en una planta de proceso, se combaten normalmente, con agentes extinguidores como el agua y las espumas. Los equipos que proporcionan la presión necesaria para transmitir éstos fluidos son las bombas.

Las bombas usadas para combatir incendios reciben el nombre de bombas contra incendios, las cuales solo manejan el agua, ya que el agente espumógeno utilizado para formar la espuma se adiciona al proporcionador venturi colocado después de la bomba.

## a).- Agua

Por todos es bien sabido que si no hay agua no hay vida. Toda la vida vegetal y animal necesita un alto porcentaje de agua en su constitución. Nuestro propio cuerpo contiene un 70% de agua. El agua es así mismo un elemento indispensable en la vida diaria del hombre civilizado.

En la naturaleza el agua se encuentra cumpliendo un ciclo, llamado ciclo hidrológico. Este ciclo consiste en lo siguiente: el agua de los mares, por efecto de la acción solar, se evapora, condensándose después en nubes que caen en forma de precipitaciones, una parte de estas precipitaciones se transforma en agua de esteros, arroyos, ríos y vuelven al mar; la otra parte entra en el subsuelo, formando las capas de aguas subterráneas, pero también vuelven a aflorar y tornan otra vez al ciclo. Con independencia de su origen el agua nunca es pura.

A medida que la lluvia cae, disuelve en ella gases y polvos de la atmósfera, conforme penetra en la tierra, el agua absorbe bióxido de carbono, tanto de la atmósfera como de las capas superiores del suelo. La solución resultante de bióxido de carbono en agua es un ácido moderado y al fluir sobre suelos y rocas disuelve cantidades significantes de minerales. El agua superficial como la de los ríos y lagos, mantiene arcilla y arena en suspensión, aunque el agua subterránea es clara debido a que los estratos del suelo actúan como filtros. El agua subterránea, a diferencia del agua superficial, tiene un alto contenido de minerales.

Las aguas que tienen un alto contenido de minerales se llaman "duras" y las aguas cuyo contenido es bajo se llaman "suaves". Las aguas duras tienen un alto contenido de iones calcio y magnesio, el proceso de eliminación de éstos iones recibe el nombre de ablandamiento. Los procesos de ablandamiento en uso común son el cal-carbonato, el fosfato y el intercambio de iones. Se usa con frecuencia el agua para combatir incendios porque produce enfriamiento del material que está ardiendo y por que además es la sustancia más común, y es elemento que más fácilmente podemos encontrar.

#### b).-Espumas

Son aditivos que dan características al agua de flotar en los combustibles líquidos. Las espumas extinguen fuegos por apartar el aire del combustible y con su efecto enfriador previene la reignición, suprimiendo la formación de vapores inflamables.

Las espumas pueden ser utilizadas para la extinción de líquidos más ligeros que el agua y para líquidos más pesados se utilizan espumas especiales.

Por el contenido de agua de las espumas (90% en peso), éstas pueden ser utilizadas para la extinción de fuegos superficiales de materiales combustibles ordinarios como la madera, papel, seda, etc.

#### b.1).-Tipos de espumas.

Las espumas se dividen en:

b.1.1).-Espumas químicas (se usa en extinguidores):- se forma al poner en contacto una solución de bicarbonato de sodio con agente estabilizador, este agente estabilizador puede ser: extracto de varias plantas como jugo de salvia o regaliz, proteínas degradadas, derivados de la urea, saponinas y glucocidos, licor de sulfitos, ácidos grasos, sulfatos y sulfonatos, etc.. La reacción producida es la siguiente:



b.1.2).-Espumas mecánicas (se usa en sistemas hidráulicos o en vehículos con equipo especial): el agua y el concentrado espumante, que puede ser un líquido proteico (generalmente del 3 al 6%), son conducidos a presión al proporcionador venturi. La mezcla de agua y concentrado espumante pasan a los generadores de espuma en donde aspiran el aire para fijarlos en forma de burbujas a la mezcla mecánica.

Las espumas mecánicas que hay en el mercado se pueden clasificar en la forma siguiente:

Espumas tipo protefca: el líquido es una protefna hidrolizada con aditivos para preservarla de la descomposición. Viene en concentraciones de 6 a 3%, su expansión al formar la espuma es de una 10 veces su volumen.

Espumas resistentes al alcohol: éste tipo de concentrados se desarrolla en virtud de que la espuma protefca se disuelve al entrar en contacto con solventes orgánicos, como el éter, benceno, tolueno, metanol, etc...

El concentrado resistente al alcohol está formado básicamente por detergentes sintéticos con las mismas propiedades y características de las espumas protefcas.

Espumas de alta expansión: este concentrado aumenta mil veces su volumen al generar la espuma, siendo el método para hacerlo, similar al de las otras espumas, solo que para agregar el aire se requiere un ventilador que maneje el volumen adecuado.

Como se dijo anteriormente las espumas tienen la ventaja de que pueden permanecer sobre el objeto inflamado ahogandolo, actualmente se producen espumas cuya duración es de varias horas.

Aún cuando se logre ahogar totalmente el fuego, éste método de lucha no puede detener completamente un incendio importante de materiales celulósicos (madera, telas, algodón, etc...) ya que esos materiales cuando alcanzan temperaturas vecinas a los 350°C sufren una descomposición que producen calor y consecuentemente se mantiene la combustión.

Para éstos casos suelen utilizarse otro tipo de extinguidores que son a base de polvos químicos, éstos tienen la peculiaridad de interceptar la cadena de activación del fuego.

Hay una gran variedad de polvos químicos secos, los cuales se utilizarán en cada caso, según los requerimientos del incendio.

### c).-FLUJO DE FLUIDOS

Al diseñar el equipo de proceso que manejan fluidos, los principios físicos más utilizados son:

a) Balance de materia o ecuación de continuidad.

En flujo estacionario, el balance de materia, es particularmente sencillo. La velocidad de entrada de masa en el sistema de flujo, es igual a la de salida, ya que la masa no puede acumularse ni vaciarse dentro del sistema de flujo en condiciones estacionarias, esto se puede expresar en la siguiente ecuación:

$$w_1 = w_2 = \frac{\bar{v}_1 S_1}{V_1} = \frac{\bar{v}_2 S_2}{V_2} = G_1 S_1 = G_2 S_2 \quad (2)$$

donde

$\bar{v}$  = velocidad promedio; m/seg

S = sección transversal del área de flujo; m<sup>2</sup>

V = volumen específico del material; m<sup>3</sup>/kg

G = velocidad de masa; kg/seg m<sup>2</sup>

w = velocidad de flujo de la masa; kg/seg

b).- Balance de energía

La energía transportada por el fluido incluye: energía interna (E), energía potencial (Z g/g<sub>c</sub>), energía cinética ( $\bar{v}^2/2g_c\gamma$ ) y energía de presión (PV).

La energía transferida entre el sistema y su vecindad incluye calor (Q) absorbido por el material que está fluyendo de la vecindad, el trabajo transferido por el fluido al exterior ( $W_f$ ), éste término también se llama trabajo "en la flecha". El balance de todas las energías incluidas en el sistema de flujo entre dos puntos es:

$$wE_1 + \frac{w \bar{v}_1^2}{2g_c \gamma} + w Z_1 \frac{g}{g_c} + w P_1 V_1 + w Q = wE_2 + \frac{w \bar{v}_2^2}{2g_c \gamma} + w Z_2 \frac{g}{g_c} + w P_2 V_2 + w W_f \quad (3)$$

Sabemos que  $H = E + PV$

Para la unidad de masa obtenemos:

$$H_1 + \frac{\bar{v}_1^2}{2g_c} + Z_1 \frac{g}{g_c} + Q = H_2 + \frac{\bar{v}_2^2}{2g_c} + Z_2 \frac{g}{g_c} + W_f$$

rearrreglando los términos la ecuación anterior nos quedaría de la siguiente forma:

$$\Delta H + \Delta \left( \frac{\bar{v}^2}{2g_c} \right) + \Delta \left( Z \frac{g}{g_c} \right) = Q - W_f \quad (4)$$

Si consideramos un sistema de flujo en el cual un fluido no está sujeto a tensión cortante durante el movimiento y está fluyendo bajo condiciones isotérmicas, este tipo de fluido recibe el nombre de fluido perfecto, el balance quedaría de la siguiente forma:

$$P_1 V_1 + Z_1 \frac{g}{g_c} + \frac{\bar{v}_1^2}{2g_c \gamma} = P_2 V_2 + Z_2 \frac{g}{g_c} + \frac{\bar{v}_2^2}{2g_c} \quad (5)$$

Esta ecuación, se llama ecuación de bernoulli y su significado es que en ausencia de energía mecánica, la suma de la energía debida a la presión, de la energía potencial y de la energía cinética, permanece constante para un fluido perfecto.

c).-Balance de cantidad de movimiento.

La transferencia de la cantidad de movimiento se traduce en pérdidas de presión en el sistema. Estas pérdidas de presión se pueden evaluar usando el concepto de factor de fricción que se define de la siguiente forma:

$$f = \frac{\frac{-\Delta P}{L} \frac{D}{v^2}}{2g_c} \quad (6)$$

El factor de fricción (f) depende del número de Reynolds. Hay ecuaciones específicas para calcular el factor de fricción para cuando se tiene flujo laminar o flujo turbulento.

Cuando se aplica a tuberías, la ecuación del factor de fricción se modifica para facilidad de manejo, de la siguiente forma:

$$f = \frac{C_F}{\frac{-2}{v}} \frac{D}{L} = \phi (N_{Re}) \left( \frac{\epsilon}{D} \right) \quad (7)$$

donde:

$f$  = factor de fricción

$D$  = diámetro de la tubería, m

$\bar{v}$  = velocidad promedio del fluido, m/seg.

$\Sigma F$  = pérdida total de fricción en el fluido;  $\frac{m \text{ kg}_f}{\text{kg}}$

$\Sigma L$  = longitud total equivalente de las conexiones, expansiones, reducciones y de la tubería recta.

$eD$  = factor de espereza relativa.

La ecuación de balance de energía total quedaría de la siguiente forma:

$$Q = Q' + \Sigma F$$

$$W'_f = W - \Sigma F$$

Donde:

$Q$  = calor absorbido por el fluido

$Q'$  = calor transferido al ambiente

$W$  = trabajo total hecho por el fluido

$W'_f$  = trabajo transferido al ambiente

$$\Delta E + \Delta \left( \frac{\bar{v}^2}{2g_c} \right) + \Delta Z \left( \frac{g}{g_c} \right) + \Delta (PV) = Q - \Sigma F - W'_f \quad (8)$$

Por la primera ley de la termodinámica

$$\Delta E (= Q - W = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV - W'_f) + \Delta \left( \frac{\bar{v}^2}{2g_c} \right) + \Delta Z \left( \frac{g}{g_c} \right) + \Delta (PV) - \int_{V_1}^{V_2} p \, dV + \Sigma F = -W'_f \quad (9)$$

donde:

$f$  = factor de fricción

$D$  = diámetro de la tubería, m

$\bar{v}$  = velocidad promedio del fluido, m/seg.

$\Sigma F$  = pérdida total de fricción en el fluido;  $\frac{m \text{ kg}_f}{\text{kg}}$

$\Sigma L$  = longitud total equivalente de las conexiones, expansiones, reducciones y de la tubería recta.

$\epsilon D$  = factor de espereza relativa.

La ecuación de balance de energía total quedaría de la siguiente forma:

$$Q = Q'' + \Sigma F$$

$$W'_F = W - \Sigma F$$

Donde:

$Q$  = calor absorbido por el fluido

$Q''$  = calor transferido al ambiente

$W$  = trabajo total hecho por el fluido

$W'_F$  = trabajo transferido al ambiente

$$\Delta E + A \left( \frac{\bar{v}^2}{2g_c} \right) + \Delta Z \left( \frac{g}{g_c} \right) + A (PV) = Q - \Sigma F - W'_F \quad (8)$$

Por la primera ley de la termodinámica

$$\Delta E (= Q - W = \int_{V_1}^{V_2} p \, dV - W'_F) + A \left( \frac{\bar{v}^2}{2g_c} \right) + \Delta Z \left( \frac{g}{g_c} \right) + A (PV) - \int_{V_1}^{V_2} p \, dV + \Sigma F = -W'_F \quad (9)$$

Las ecuaciones (3), (4), (5), (8), (9) y (10) pueden usarse para resolver un problema de flujo, la selección de la ecuación depende de los resultados que se desee encontrar y de la información que se tenga a mano.

La nomenclatura utilizada en el balance de energía es:

$E$  = energía interna; Joule/kg

$g$  = aceleración de la gravedad =  $9.81 \text{ m/seg}^2$

$g_c$  = factor de conversión =  $9.806 \frac{\text{(m)} \text{(kg)}}{\text{(seg}^2\text{)} \text{(fg}_f\text{)}}$

$Z$  = altura; m

$P$  = presión;  $\text{kg/m}^2$  absolutas

$Q$  = calor absorbido por el fluido; Joule/kg

$Q'$  = calor transferido al ambiente; Joule/kg

$W'_f$  = trabajo transferido al ambiente;  $\text{m kg}_f/\text{kg}$

$W$  = trabajo total hecho por el fluido; pie  $\text{lb}_f/\text{lb}$

$H$  = entalpia; Joule/kg

$\rho$  = densidad del fluido;  $\text{kg/m}^3$

$LF$  = fricción total del fluido;  $\text{m kg}_f/\text{kg}$

$\gamma$  = factor que corrige el efecto de distribución en el canal de flujo sobre la energía cinética promedio, para flujo turbulento completamente desarrollado

$\gamma = 1$ ; pero para flujo laminar  $\gamma$  no vale la unidad.

## 2.2. EQUIPO DE BOMBEO.

### A).-TIPO DE BOMBAS.

En todas las plantas de proceso se utilizan bombas para desplazar líquidos y mandarlos a su destino final a condiciones de presión adecuadas.

Las bombas pueden ser clasificadas en dos grupos principales:

#### a).-Bombas de desplazamiento positivo.

La principal característica de este tipo de bombas es que entrega una cantidad definida de líquido por cada carrera del pistón o revolución de la pieza movable principal. Hay dos tipos de bombas de desplazamiento positivo y son:

##### a.1).- Bombas reciprocantes

Este tipo de bombas adiciona energía al sistema fluido, por medio de un pistón que actúa contra el líquido confinado. La cantidad del fluido desplazado dependerá solamente del volumen del cilindro y del número de veces que se mueva el pistón a través del cilindro. Estas bombas son útiles para bombear fluidos viscosos, debido a que la alta proporción de esfuerzos cortantes que actúa sobre las paredes del cilindro sirve como empaque adicional.

##### a.2).- Bombas rotatorias:

Estas bombas pueden ser caracterizadas por el método de toma y descarga, es decir que atrapa una cantidad de líquido y lo

mueve hasta el punto de descarga. Estas bombas manejan cualquier líquido libre de abrasivos (partículas que por fricción dañan el ajuste de las partes maquinadas), y son esencialmente las indicadas para fluidos de alta viscosidad.

b).- Bombas centrífugas:

La principal característica de estas bombas es que pueden entregar un volumen variable de líquido con diferente carga para una velocidad constante.

En su forma más simple, la bomba centrífuga consiste en un impulsor que gira dentro de una caja circular. El fluido entra a la bomba cerca del impulso rotatorio y es llevado hacia arriba por acción centrífuga. La energía cinética del fluido aumenta desde el centro del impulsor hasta los extremos de las aletas impulsoras. Esta carga de velocidad se convierte en carga de presión cuando el fluido sale de la bomba.

El impulsor es el corazón de la bomba centrífuga y consiste en un cierto número de aletas u hojas con una forma tal, que proporciona un flujo suave de fluido entre las hojas. De tal forma que dependiendo de las características del fluido a bombear, así será la selección del impulsor adecuado a utilizar.

Las bombas centrífugas se usan ampliamente en los procesos industriales debido a la simplicidad de su diseño, bajo costo inicial, bajo costo de mantenimiento y flexibilidad de aplicación.

B).-PARTES PRINCIPALES DE UNA BOMBA CENTRIFUGA.

Las partes principales de una bomba centrífuga son: impulsor, flecha (elementos giratorios), carcaza, prensa estopa, chumaceras o baleros y estopero o sello mecánico (elementos estacionarios).

a).-Impulsor.-Imparte energía de velocidad al fluido como resultado de la fuerza centrífuga con la que gira.

b).- Flecha.-Trasmite la potencia del mecanismo accionador al impulsor.

c).- Carcaza.-Sirve para contener al fluido y proporcionar una entrada y una salida para la bomba, pero su principal función es convertir la energía de velocidad impartida al fluido por el impulsor en energía de presión útil. Las carcazas por lo común son de tipo voluta.

d).- Prensa estopa. -Mantiene la posición y el ajuste de la empaquetadura. Es un mecanismo que limita el goteo entre la flecha y la carcaza.

e).- Estopero o sellos mecánicos.-Tiene la función principal de proteger la bomba contra escurrimientos en el punto en el que la flecha atraviesa la carcaza de la bomba.

f).- Chumaceras o baleros.- Montaje que mantiene la unidad rígida en la mayor parte de las bombas, sirve para que la flecha no tenga juego.

C).- DEFINICION DE TERMINOS USADOS EN EL CALCULO Y SELECCION DE BOMBAS.

a).- Carga.-La carga es una cantidad usada para expresar una forma de la energía contenida en el agua por unidad de peso. La unidad de medición es el pie o el metro.

La relación entre la presión expresada en lb/pulg<sup>2</sup> (Psi) o kg/cm<sup>2</sup> y una presión expresada en pies o metros de carga es:

$$\text{Carga en pies} = \frac{\text{Presión en Psi}}{0.433} \quad (11a)$$

$$\text{Carga en metros} = \frac{\text{Presión en kg/cm}^2}{0.10} \quad (11b)$$

0.433 y 0.10 son constantes, resultado de considerar una altura de un tubo lleno de agua de 32.81 pies y 10 metros respectivamente, multiplicada por su densidad relativa.

Estas fórmulas son válidas para agua fría en un intervalo de 0 a 27° C.

b).-Carga estática.- Es la altura de la columna del líquido que actúa sobre la succión o descarga de la bomba, se expresa como un cierto número de pies o metros de líquido.

c).- Presión de vapor.- Todo líquido, a cualquier temperatura arriba de su punto de congelación, ejerce una presión debida a la formación de vapor en su superficie libre.

Esta presión es conocida como presión de vapor y es función de la temperatura del líquido. Es importante tomar en cuenta éste concepto porque nos ayuda a prevenir el fenómeno de cavitación en las bombas.

d).- Elevación estática de succión.- Es la distancia vertical, en metros, del nivel de suministro de líquido al eje central de la bomba, encontrándose la bomba arriba del nivel de suministro.

e).- Carga estática de succión.- Es la distancia vertical en metros o pies, entre el nivel de suministro de líquido y el eje central de la bomba, cuando ésta se encuentra abajo del nivel de suministro del líquido.

f).- Carga estática en la descarga.- Es la distancia vertical, en metros o pies, del eje central de la bomba al punto de entrega libre del líquido.

g).- Carga estática total.- Es la distancia vertical, en metros o pies, entre el nivel de suministro y el nivel de descarga del líquido que se maneja.

h).- Carga de fricción.- Se mide en pies o metros de líquidos, y es la carga equivalente necesaria para vencer la resistencia de la tubería, válvulas y aditamentos del sistema de bombeo. La carga de fricción existe tanto en la succión como en la descarga de la bomba, y varía con la velocidad del líquido.

do, tamaño del tubo, condición interior del tubo, tipo de tubo y naturaleza del líquido que se maneja.

i).-Carga de velocidad.- Es la distancia de caída necesaria para que un líquido adquiriera una velocidad dada.

La carga velocidad será calculada a partir de la velocidad promedio ( $\bar{v}$ ), obtenida al dividir el flujo ( $m^3/s$ ) entre el área actual de tubería de sección transversal ( $m^2$ ), determinada en el punto de conexión del manómetro.

La carga velocidad está expresada por la siguiente fórmula:

$$h_v = \frac{\bar{v}^2}{2g} \quad (12)$$

Donde:

$h_v$  = carga velocidad; m

$\bar{v}$  = velocidad promedio en la tubería, m/s

$g$  = aceleración debida a la gravedad = 9.81  $m/s^2$

j).-Pérdidas de fricción en la admisión y salidas.- Son las pérdidas que ocurren en la entrada y salida del tubo, estas pérdidas reducen la carga velocidad en el punto que se considere.

k).-Elevación total de succión ( $h_s$ ).- Es igual a la suma de la elevación estática de succión, la carga de fricción

de succión y las pérdidas de fricción en la admisión en el tubo de succión. La carga de fricción de succión, incluye la fricción en el tubo y todos los accesorios de la línea de succión. La elevación total de succión es determinada en pruebas, leyendo el valor en el manómetro de succión de la bomba y convertidos a pies o metros de líquido, menos la carga de velocidad en el punto donde se encuentra el manómetro de succión.

l).- Carga de succión total.- Es la carga de succión estática menos la carga de fricción de succión y las pérdidas de admisión de la tubería de succión, más cualquier presión que se encuentre en la línea de succión. La carga de succión total es determinada en pruebas, leyendo el valor en el manómetro de succión de la bomba, convertido el valor a pies o metros de líquido, más la carga velocidad medida en el punto donde se encuentra el manómetro de succión.

m).- Carga de la descarga total.- es la suma de la carga en la descarga, la carga velocidad en la descarga y la carga de fricción en la descarga. La carga de la descarga total se obtiene leyendo el valor en el manómetro de la descarga de la bomba, convertido a pies o metros de líquido.

n).- Carga total para bombas horizontales (H).- La carga total es la medida del trabajo incrementado por kg de líquido, impartido al líquido por la bomba y es por lo tanto la

diferencia algebraica entre la carga de descarga total y la carga de succión total. Cuando hay elevación de succión, la carga total es igual a la suma de la carga de descarga y la elevación de succión total. Cuando hay carga de succión positiva, la carga total es igual a la carga de descarga menos la carga de succión total.

ñ).-Carga total para bombas turbina vertical.- Es la distancia desde el nivel del agua al manómetro de descarga, más la presión de descarga leída en el manómetro, mas la carga de velocidad en el punto donde se encuentra el manómetro de descarga.

o).- Carga de succión neta positiva (NPSH).- Es la presión absoluta en la entrada de la bomba expresada en pies o metros de líquido, más la energía de velocidad, menos la presión de vapor del fluido a la temperatura de bombeo, y corregido a la elevación de la línea central de la bomba en el caso de bombas horizontales, o a la entrada del impulsor de la primera etapa en las bombas verticales.

p).- NPSH disponible.- Representa el nivel de energía del fluido sobre la presión de vapor en la entrada de la bomba y se determina totalmente por el sistema que precede a la bomba. Dependiendo de las condiciones de aplicación, la NPSH disponible puede alterarse para conformarse con la que requiere la

bomba para su operación satisfactoria, si pueden hacerse cambios en la tubería, nivel de suministro de líquido, etc...

$$(NPSH)_{\text{disponible}} = \pm Z_s + (P - P_{\text{vap}}) \frac{10.2}{S.g_L} - h_{fs}$$

donde:

(NPSH)<sub>disponible</sub> = Carga efectiva en la succión; m de líquido

= Presión absoluta;  $\text{Kg/m}^2$  en el nivel del líquido a la succión

vap. = Presión de vapor;  $\text{kg/cm}^2$

h<sub>fs</sub> = Pérdidas de presión por fricción en la tubería de succión del líquido y en la entrada a la bomba; m.

Z<sub>s</sub> = Carga de succión, m.

s.g<sub>L</sub> = Especific gravity o densidad relativa del líquido; para el agua vale la unidad.

Nota 1.- La carga de succión, es la distancia entre el nivel del líquido y el centro de la bomba. Es positiva cuando el nivel del líquido se encuentra por arriba del nivel de la bomba y es negativa cuando se encuentra por abajo del nivel de la bomba.

Nota 2.- La presión absoluta cuando el tanque está abierto se toma como la presión atmosférica, pero cuando el tanque es cerrado, es la suma de la presión manométrica más la presión atmosférica.

q).- NPSH requerida.- Esta es una función del diseño de la bomba y no de las propiedades del fluido, varía de una marca de bomba a otra, y entre diferentes modelos de una misma marca, así como con la capacidad y velocidad de una bomba dada. La NPSH requerida es proporcionada por el fabricante gráficamente sobre una curva de operación.

El NPSH disponible cuando se va a especificar, debe ser al menos 10% mayor que el requerido para hidrocarburos y 20% mayor para agua.

r).- Cavitación.- Es la rápida formación de burbujas de vapor debido a que la bomba desarrolló una presión de succión igual o menor que la presión de vapor del líquido bombeado, lo que ocasiona que hierva, produciendo ruido, vibraciones, pérdida de carga y capacidad y severa erosión de las superficies del impulsor y la carcasa en las áreas adyacentes a la succión.

Para un mejor funcionamiento de la bomba debe evitarse la cavitación, ya que en caso de ocurrir puede ocasionarle pérdidas irreparables.

NPSH disponible menor o igual a NPSH requerido ocasiona cavitación. NPSH disponible mayor que NPSH requerido ocasiona trabajo normal en la bomba.

s).-Velocidad específica.- Es la velocidad en revoluciones por minutos a la cual una bomba teórica, geoméricamente similar a la bomba real, deberfa girar si su mejor eficiencia se obtuviera al descargar 1 l.p.s. contra una presión total de un metro.

La velocidad específica se puede determinar a partir de la siguiente ecuación:

$$N_s = \frac{n Q}{H^{0.75}} \quad (13)$$

Donde:

$N_s$  = velocidad específica r.p.m.

$n$  = velocidad real de la bomba, r.p.m.

$H$  = carga total por paso, metros.

$Q$  = capacidad de la bomba l.p.s.

t).- Capacidad.-Es la cantidad de líquido que puede manejar una bomba por unidad de tiempo. La capacidad de una bomba se puede expresar en gal/min. para el sistema inglés y en  $m^3/hr$  para el sistema métrico.

u).- Potencia de salida de la bomba.- Es el trabajo útil hecho por la bomba, se puede dar en H.P. y se expresa como "water horsepower":

$$WHP = (QH) \left( \frac{SG}{7620} \right) \quad (14)$$

Donde:

SG = Densidad relativa del líquido bombeado

WHP = Potencia a la salida de la bomba, H.P.

Q = Capacidad en l.p.s.

H = Carga total en metros

v).- Potencia al freno ó potencia introducida.-Es la potencia suministrada por una fuente externa (motor) para accionar la bomba y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\text{BHP} = \left( \frac{QH}{e} \right) \left( \frac{SG}{7620} \right) \quad (15)$$

Donde:

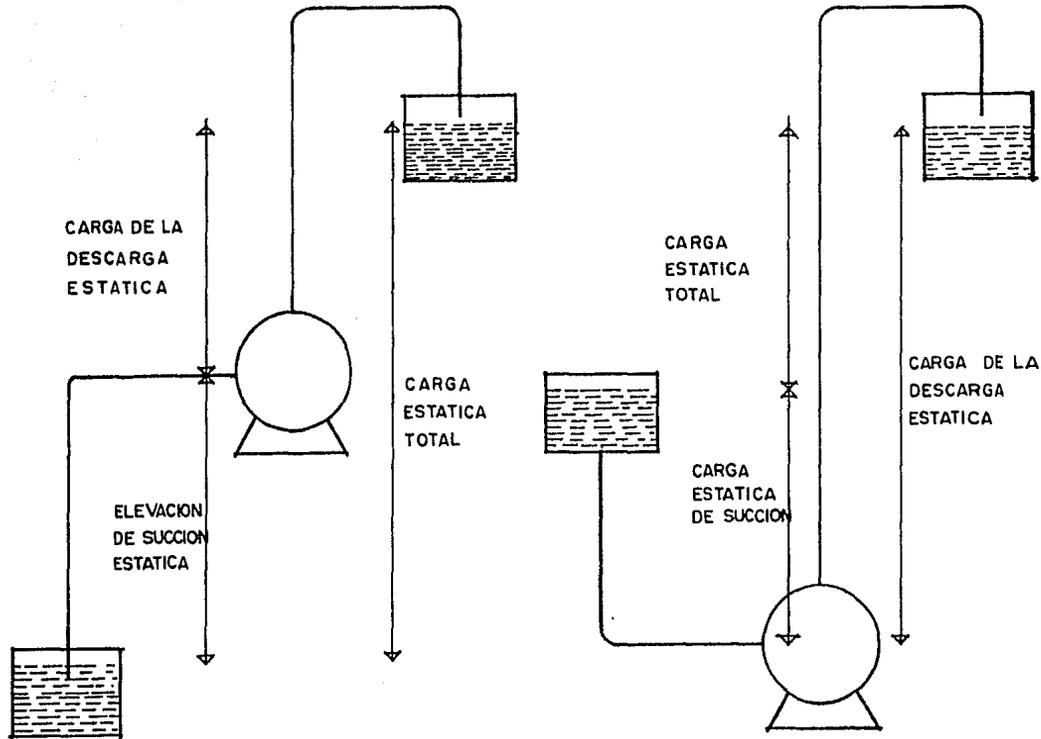
BHP = potencia al freno H.P.

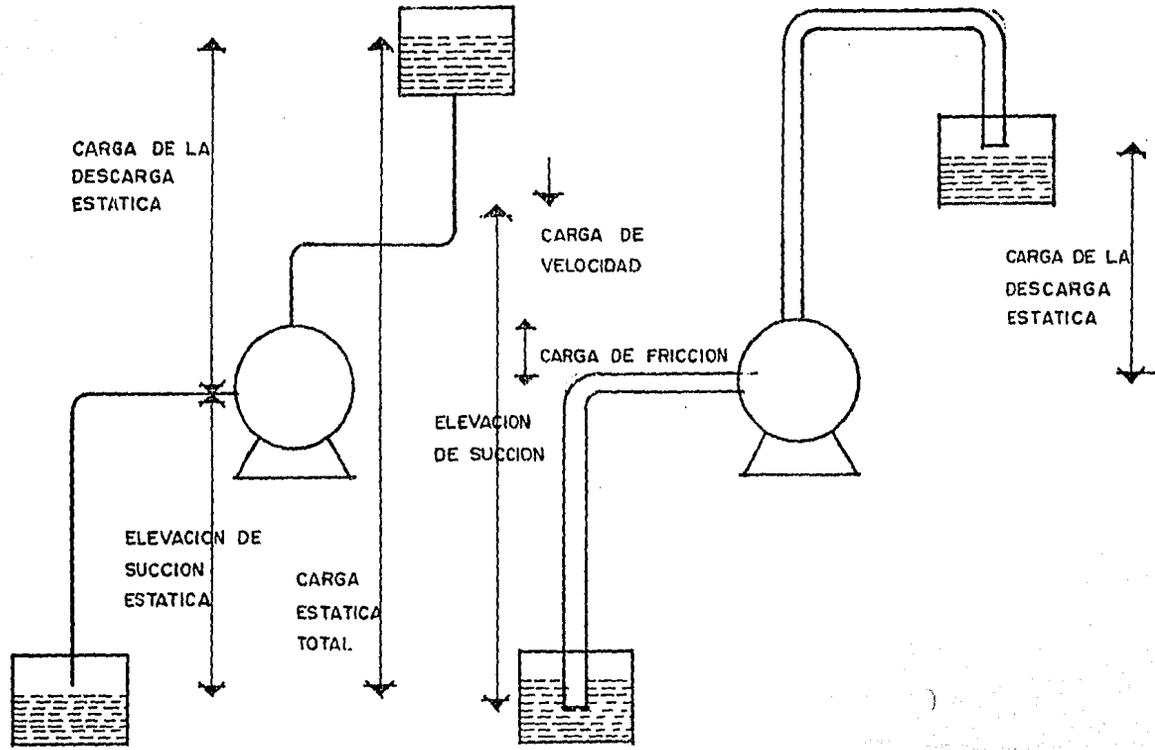
e = eficiencia mecánica de la bomba

x).- Eficiencia.- La eficiencia de una bomba nos dará el trabajo real que está desempeñando la bomba. La eficiencia viene expresada en una gráfica de operación de la bomba que proporciona el fabricante, o se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$e = \frac{\text{WHP}}{\text{BHP}} \quad (16)$$

FIG. 2-1 TERMINOS USADOS  
EN BOMBEO





## D).- ARREGLO DE LAS BOMBAS

Se pueden arreglar dos o más bombas adecuadamente, con el objeto de obtener una amplia gama de requerimientos de la manera económica.

El arreglo de las bombas puede ser en serie o en paralelo.

## a).- Arreglo en paralelo.

El arreglo en paralelo de dos o más bombas es un método común para llenar los requisitos cuando varía la capacidad. Arrancando aquellas bombas que se necesitan para cumplir con la demanda.

En este arreglo la característica combinada (se refiere a cómo quedaría la curva carga capacidad para el sistema), se obtiene sumando las capacidades por cada una de dichas bombas a la misma carga. Así, en el caso de bombas centrífugas idénticas, la característica combinada se obtiene duplicando la capacidad para cada carga considerada.

Cuando las bombas individuales tienen características diferentes, la característica combinada se obtiene sumando las respectivas capacidades individuales para las mismas cargas.

La eficiencia total  $\eta$  de las bombas en paralelo está dada por:

$$\eta = (SG H/7620) (\Sigma Q/\Sigma P)$$

Donde:

SG = specific gravity o densidad relativa del líquido

H = carga en metros

$\Sigma Q$  = suma de las capacidades de las bombas en g.p.m.

$\Sigma P$  = potencia total suministrada a las bombas en H.P.

b).- Arreglo en serie.

El arreglo en serie de las bombas es con el fin de proporcionar cargas mayores que las bombas individuales, sin embargo cuando se trata de cargas muy grandes puede utilizarse bombas de varios pasos según sea la necesidad que cubrir.

En este arreglo la característica combinada se obtiene sumando las correspondientes cargas para la misma capacidad. Así, en el caso de dos bombas centrífugas idénticas, la característica combinada se obtiene duplicando la carga para la capacidad considerada.

Cuando las bombas individuales tienen características diferentes, la característica combinada se obtiene sumando las respectivas cargas para cada valor de la capacidad.

La eficiencia total de las bombas en serie está dada por:

$$\eta = (SG Q/7620) (\Sigma H/ \Sigma O) \quad (18)$$

Es importante notar que la presión de la caja del estopero de la segunda bomba se incrementa por la presión de descarga de la primera bomba. Esto puede requerir una caja especial de empaque para la segunda bomba con escape de succión de la primera bomba.

La presión de succión mayor puede incrementar tanto el costo inicial como los costos de mantenimiento de la segunda bomba.

## CAPITULO 3

## IMPORTANCIA DE LA PROTECCION CONTRA INCENDIO.

Proteger una instalación de proceso contra el riesgo de incendio, resulta a veces una tarea difícil de resolver, sin embargo esta acción adquiere mucha importancia, ya que nos ayuda a evitar pérdidas humanas principalmente, pérdidas materiales que se traducen en pérdidas económicas, y además nos ayuda a disminuir de alguna forma el costo de la prima contra incendio.

Anteriormente, a la protección contra incendio no se le daba la importancia vital que tenía, muchas veces por que los dueños de las industrias consideraban que era una inversión no redituable.

Dado la evolución y desarrollo de la industria en México, la protección contra incendio se ha hecho imprescindible para lograr la productividad, solo así la planta cumplirá sus funciones adecuadamente.

Los riesgos de incendio al realizarse, pueden destruir para muchas personas, el único patrimonio "el trabajo".

Por tal motivo, la importancia que tiene el diseñar un sistema de protección contra incendio radica en tres aspectos importantes:

### 3.1. PREVENCIÓN DE LA EMERGENCIA

Muchas veces un incendio se puede prevenir en el restirador, en la oficina del ejecutivo o en las mesas de conferencia antes de que ocurran. Así pues, al diseñar un sistema de protección contra incendio, éste deberá tener la capacidad suficiente para controlar en un momento dado es te tipo de emergencia.

Los avances de la tecnología en la protección contra incendio han contribuido al control de los incendios. Aunque el capital ha ido constantemente en aumento casi cada año por concepto de inversión en seguridad, ésta inversión es compensable ya que el porcentaje de la propiedad consumida ha disminuido proporcionalmente.

Este progreso se debe a:

- A).- Un buen diseño del sistema de protección contra incendio.
- B).- Mayor aplicación de las medidas de seguridad
- C).- Mayor control de los riesgos
- D).- Más frecuentes inspecciones
- D).- Desarrollo de tecnología contra incendio.

Por eso la importancia que tiene el prevenir emergencias por incendio, se debe a que nos ayudan a evitar pérdidas

materiales, humanas y económicas, pues una vez iniciado un incendio su control y extinción puede ser difícil, lento o rápido según sea la magnitud del mismo.

### 3.2.- DISMINUCION DEL RIESGO DE ACCIDENTES DE LOS TRABAJADORES .

Este aspecto es muy importante ya que un trabajador entre más seguro esté dentro de su centro de trabajo, más productivo será para la empresa.

Hay que recordar que en caso de ocurrir un accidente ocasionado por un incendio, éste puede tener consecuencias graves tanto para el trabajador como para la empresa.

Al trabajador puede afectarlo de varias formas, desde lesiones leves, lesiones graves, lesiones que pueden dejarlo incapacitado para volver a laborar, hasta lesiones que pueden causarle la muerte.

A la empresa le afecta en el sentido de que un trabajador accidentado es una persona que se vuelve no productiva, con lo cual le trae pérdidas económicas, ya que habrá necesidad de suplirlo durante el tiempo que este incapacitado o en el caso de muerte pagar su correspondiente indemnización.

Por esta razón, se debe trabajar en el diseño del sistema de protección contra incendios con mucho profesionalismo y tomar conciencia que una equivocación puede costar muchas vidas humanas principalmente.

### 3.3. DISMINUCION DEL COSTO DE LA PRIMA CONTRA INCENDIO.

Una empresa siempre debe estar asegurada contra el riesgo de incendio, es decir debe tener una póliza.

Una póliza no es más que una transferencia de riesgos. Así en una póliza ordinaria de incendio (aunque la denominación de la póliza es incorrecta, pero por costumbre se le da este nombre), se transfieren los riesgos a las compañías aseguradoras, las cuales pagarán las indemnizaciones a que hubiere lugar por los daños causados directamente por incendios, ya sea que este se origine dentro o fuera del local asegurado, así como todos los daños que se causen en el combate del mismo incendio, la misma póliza ampara los daños materiales que puede causar un rayo ya sea que se trate exclusivamente de los daños provoados por esa descarga eléctrica aunque no produzca un incendio, pues los daños de éste están específicamente amparados.

Como riesgos adicionales a la póliza de incendio pueden estar los daños producidos por explosión, pagando indemnización que cubrán las posibles reclamaciones de otras propiedades. Se cubren también, como riesgos adicionales, los daños ocasionados por huracán y granizo, igualmente los daños que se puedan producir por temblor o terremoto.

Los daños que causen humos por la consecuencia de un incendio también son amparados.

Por la transferencia de los riesgos a las compañías de seguros, se debe pagar una cuota básica basada en la experiencia de los aseguradores para cada tipo o giro industrial.

Toda industria de un mismo ramo paga una misma cuota básica y no hay disminución de cuota por buenas instalaciones o buen mantenimiento.

Es posible, sin embargo, obtener una reducción de cuotas y uno de los conceptos considerados para obtener dicha reducción es el siguiente:

Cuando existen instalaciones completas con equipos contra incendio, desde una instalación de extinguidores únicamente, instalaciones hidráulicas a base de hidrantes, brigadas y finalmente instalaciones de rociadores automáticos, en que es posible obtener descuentos que varían desde un 5% hasta un 65% dependiendo del tipo de instalación con que se cuenta.

Bajo el punto de vista de prevención de incendio tenemos que considerar como regla general, la importancia que tiene el mejoramiento de las áreas con riesgo de incendio y las instalaciones de combate, pues son dos factores que, en el caso de empresas ya construidas, siempre existe la posibilidad de poner otras instalaciones que permitan la

reducción de primas por estos conceptos.

Por las características de las plantas de proceso, si se prevee un siniestro de incendio se evitarán:

A).- LESIONES PERSONALES: Que pueden ser numerosas, graves o mortales.

B).- PERDIDAS ECONOMICAS Y MATERIALES: Pérdidas debido a daño de: inmuebles, documentos, equipos, instrumentos, materias primas, productos en proceso y productos terminados.

C).- PERDIDAS DE MERCADO: Los clientes al no tener el producto buscan otros proveedores que satisfagan sus necesidades, por lo que se pierde el mercado obtenido.

D).- DAÑOS A LA SOCIEDAD: Pérdidas de centros de producción al haber pérdidas de centros de trabajo, se pierden también los servicios y las prestaciones a los trabajadores.

E).- PERDIDAS ECONOMICAS AL PAIS: Al cerrarse una planta de proceso debido al incendio, se pierden fuentes de trabajo y se incrementa el desempleo, por lo que el trabajador al no recibir salario está imposibilitado para comprar.

## CAPITULO 4

CARACTERISTICAS DE LAS INSTALACIONES DE PROCESO PARA COMBATIR INCENDIOS EN PLANTAS DE PROCESO.

En las plantas de proceso, las instalaciones para combatir incendios principalmente son a base de agua y de espumas me cánicas.

Estas instalaciones deben tener características tales, que tengan capacidad suficiente para extinguir un incendio.

Para poder extinguir adecuadamente un incendio se deben conocer ciertos aspectos de la teoría del fuego y que a conti nuación se describen.

#### 4.1.-TEORIA DEL FUEGO.

El fuego puede definirse como la oxidación rápida de los ma teriales combustibles con fuerte desprendimiento de energía en forma de luz y calor.

Hay ocasiones en que se confunden lo que es un material com bustible y un material inflamable. Son materiales combustibles aquellos que tienen su punto de desprendimiento de vapores arriba de 366 K como la madera, papel, textiles, etc., y materiales inflamables aquellos que abajo de 366 K des-- prenden vapores que en contacto con una fuente de energía estallan en llamas.

En la teoría del fuego se manejan ciertos términos, los cuales son necesarios definirlos para un mejor entendimiento.

A).- DEFINICIONES.

a).- Temperatura de ignición.- Es la temperatura a la que empieza a desprender vapores un combustible.

b).- Temperatura de autoignición.- Es la temperatura a la cual la mezcla de vapores combustibles y aire se inflama sin necesidad de una fuente de ignición.

c).- Límite bajo de inflamabilidad.- Nos determina la menor proporción de vapores combustibles en aire a partir de la cual la mezcla arderá.

d).- Límite alto de inflamabilidad.- Nos determina la proporción de vapores combustibles en aire, a partir de la cual la mezcla no arderá por ser demasiado rica.

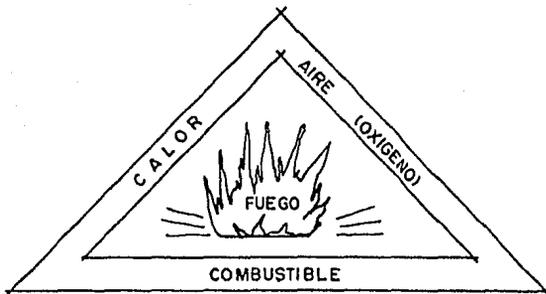
e).- Punto de quemado.- Es aquella temperatura a la cual un líquido o un sólido empieza a quemarse y continua quemándose sin la asistencia de un agente exterior.

f).- Calor de combustión.- Es la cantidad de calor transferido por una masa específica, cuando se óxida completamente.

**B).- QUIMICA DEL FUEGO.**

Los incendios son el resultado de la combinación de combustible, calor y aire (oxígeno). Cuando un material se prende es que ha llegado a una temperatura crítica, llamada de ignición, continuará ardiendo mientras exista combustible, aire y una temperatura determinada; o sea que el fuego se produce al mezclarse los vapores que se desprenden de los materiales combustibles, en determinadas proporciones con el oxígeno del aire y calentándose a una temperatura propicia.

Por consiguiente el fuego se puede representar gráficamente por un triángulo que reúne los tres factores mencionados.



**FIG. 4-1 TRIANGULO DEL FUEGO**

## a).- Combustible

Se dice que un material es combustible cuando al oxidarse desprende luz y calor. Es el elemento de propagación del fuego. Al calentarse el material combustible a una determinada temperatura se generan vapores que al combinarse con el aire en presencia de una flama o chispa se quemán.

## b).- Oxígeno (aire).

Debido a que el fuego es un fenómeno de oxidación es necesaria la presencia de oxígeno para su existencia, pero debe formar una mezcla con los vapores combustibles en las proporciones adecuadas. Si existen solamente estos vapores inflamables, no es posible producir el fuego; igualmente si la mezcla es rica en oxígeno no habrá suficientes vapores combustibles para que arda la mezcla.

## c).- Calor.

Para que los materiales desprendan suficientes vapores para formar una mezcla combustible con aire, es necesario que alcancen una temperatura determinada; esta temperatura se denomina de inflamación y a la temperatura mínima para iniciar una autoignición, independientemente del medio de calentamiento, se le conoce con el nombre de temperatura de autoignición.

Por ejemplo, la temperatura de inflamación del diesel es aproximadamente de 338 K (65° C), su temperatura de autoignición es alrededor de 611.5 K (338°C), lo que indica que - abajo de 338 K la mezcla de vapores existentes no arde al acercarle una flama. Sin embargo, si se calienta este líquido a 611.5. K la mezcla de vapores existentes arderá espontáneamente.

d).- Fuentes de ignición.

d.1).-Flama abierta.- La tenemos en los hogares de los calentadores, calderas, sopletes, quemadores, etc.

d.2).-Fricción.-Al frotar metales se producen chispas que pueden dar la suficiente energía para iniciar la combustión.

d.3).-Energía eléctrica.- Los circuitos eléctricos están expuestos a producir chispas o arcos, en interruptores, apagadores o cortos circuitos con energía suficiente para prender los vapores combustibles.

También los focos al romperse, al contacto de los vapores combustibles con el filamento caliente, arderán.

De ahí la importancia de que en las áreas de peligro las instalaciones eléctricas sean a prueba de explosión.

d.4).- Electricidad estática.- Al fluir los líquidos y gases por tubería y equipo, generan electricidad que se

va acumulando hasta llegar a cantidades tales que producen chispas, por lo que todos los equipos (bombas, tuberías, recipientes, etc.) deben estar conectados a tierra a fin de que se disipe la electricidad formada.

d.5).- Combustión espontánea.- Existen sustancias inestables que al ponerlas en contacto reaccionan entre sí, generando luz y calor o bien reaccionando espontáneamente con el oxígeno del aire.

d.6).- Otras fuentes de ignición.- Estas son naturales como el rayo o el sol, y aunque no se puede evitar siempre hay que tenerlas presente.

e).- Propagación del fuego.

e.1).- Conducción.- Es la forma de propagación del fuego debido a que las tuberías y estructuras metálicas, pueden conducir calor suficiente para hacer arder material combustible con el que esten en contacto en otros lugares de la planta. Naturalmente que algunos materiales y sustancias son mejores conductores que otros.

e.2).- Convección.- El fuego genera su propia corriente de aire sobrecalentado entre las tuberías, estructuras, espacios, etc. provocando que se enciendan los materiales adyacentes.

e.3).- Radiación.- Al haber una combustión, el calor es transmitido en todas direcciones; en incendios de considerable magnitud, es tanto el desprendimiento de calor que puede causar la ignición de otros materiales y sustancias que se encuentran a cierta distancia, ésto, es debido a que la energía viaja a través del espacio en forma ondulatoria.

f).- Principios de prevención o extinción de incendios. El conocimiento del "triángulo del fuego" da las tres formas fundamentales para la prevención o extinción de incendios, las cuales son las siguientes:

f.1).- Enfriamiento.- Al eliminar el calor por enfriamiento se extingue el fuego, en este caso es solamente necesario absorber el calor total que está siendo desprendido por el fuego. El agua es el agente más común y práctico para enfriar, ya sea en forma de chorro, niebla o rocío.

f.2).- Eliminación del oxígeno.- El fuego se apaga al eliminar o reducir el porcentaje de oxígeno en la atmósfera que envuelve al fuego.

La extinción de un fuego pequeño por este método resulta relativamente fácil mediante el sofocamiento al cubrir el área con una manta mojada, arrojando tierra o arena. En

cambio, el combate en grandes incendios por eliminación del oxígeno es más complicado, siendo necesario el uso de aparatos y productos específicos para obtener resultados satisfactorios, tales como extinguidores, proporcionadores, cámaras y boquillas para espuma mecánica o química.

f.3).- Eliminación del combustible.- Retirar el combustible de un incendio es una maniobra no siempre factible, en ocasiones difícil y peligrosas; pero en otros casos es tan simple que basta cerrar una válvula para apagar el incendio, por ejemplo: cuando se prenden gases inflamables que escapan de un tubo, el fuego se extingue al cerrar la válvula que corta el suministro de combustible.

f.4).- Interrupción de la cadena.- Estudios recientes en la química del fuego han producido algunas revisiones y modificaciones en la teoría de extinción de incendios. Estas teorías indican que las moléculas de combustible parecen combinarse con el oxígeno del aire a través de una serie de etapas sucesivas intermedias denominadas "Cadenas Arborecentes" para llegar a los productos finales de combustión, siendo estas etapas intermedias las que conducen a la formación de flamas. Por consiguiente, un incendio se extingue si se impide la formación de las citadas cadenas usando agentes extintores a base de polvo químico seco o líquidos vaporizantes.

Debido a que cada uno de los cuatro principios básicos están ligados entre sí dependiendo uno del otro, un sólido de cuatro caras adyacentes, tal como una pirámide, es la manera más conveniente de representar la extinción del fuego.

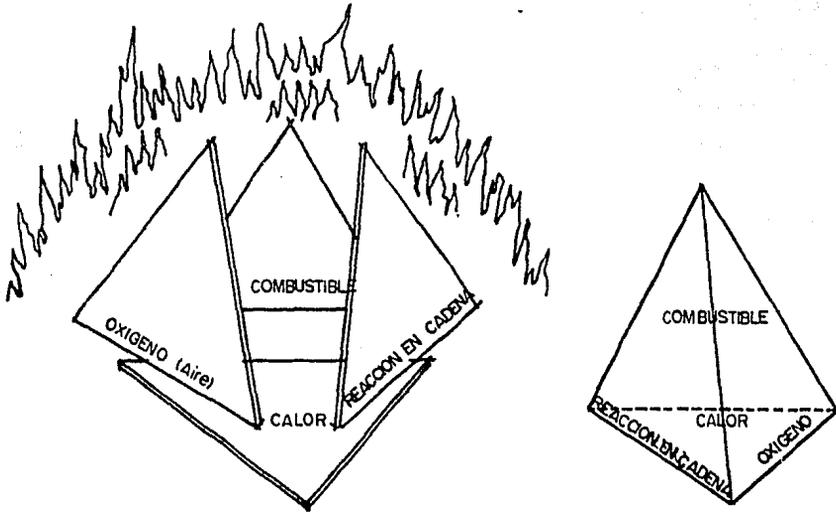


FIG. 4-2    PIRAMIDE    DEL    FUEGO.

### C).- CLASIFICACION DE LOS INCENDIOS.

De acuerdo al tipo de material que esté ardiendo, los incendios se clasifican en cuatro clases y son los siguientes:

#### a) Incendios clase "A"

Los incendios de la clase "A" son los que ocurren en materiales sólidos tales como trapos, viruta, papel, madera, basura y en general en materiales que se encuentran en ese estado físico.

La extinción de estos incendios es a base de agua o soluciones que contienen grandes cantidades de ella, tales como la espuma.

#### b).- Incendios clase "B"

Son aquellos que se producen en la mezcla de un gas, tales como butano, propano, etc., con el aire, o bien de la mezcla de vapores que se desprenden de la superficie de los líquidos inflamables, tales como gasolina, aceites, grasas, solventes, etc.

Para el combate de estos incendios es indicado el empleo de polvo químico seco, dióxido de carbono, espumas químicas y mecánica y líquidos vaporizantes, dependiendo su selección de las características del fuego.

#### c).- Incendios clase "C"

Se clasifican como incendios clase "C" aquellos que ocurren

en o cerca de equipo eléctrico "vivo", donde deben usarse agentes extintores no conductores, tales como los polvos químicos secos, bióxido de carbono y líquidos vaporizantes.

La espuma o chorros de agua no deben usarse, ya que ambos son buenos conductores de la electricidad y exponen al operador a una fuerte descarga eléctrica.

d).- Incendios clase "D"

Son los que se presentan en cierto tipo de metales combustibles, tales como magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio o zinc en polvo.

Para el control y extinción de este tipo de incendios, generalmente es a base de cloruro de sodio con aditivos de fosfato tricálcico, o compuestos de grafito y coque.

4.2.- AGUA.

Un buen sistema contra incendio está basado en un buen sistema de suministro de agua. Los suministros de agua contra incendio pueden provenir de dos tipos de fuentes, y son las siguientes:

A).- FUENTES DE AGUA.

a).- Primarias.- Son aquellas que alimentan originalmente con agua el riesgo protegido y pueden ser de cualquier clase, siempre y cuando proporcionen agua en la calidad y volumen necesario para llenar su cometido. Estas fuentes pue-

den ser: rños, lagos, fuentes naturales, pozos o servicios municipales.

Los pozos por lo común son el suministro de agua para las bombas verticales.

b).-Secundarias.- Son aquellas que proveen de agua permanente en la calidad, volumen y presión exigida. Estas fuentes pueden ser tanques elevados o cisternas.

Estas fuentes son el suministro de agua para las bombas horizontales, por lo que, para un buen funcionamiento de este tipo de bombas, se deben diseñar adecuadamente los tanques o cisternas.

b.1).- Tipos de tanques

Tanques elevados

Tanques sobre o bajo el suelo (cisternas)

Tanques a presión

Los tanques pueden ser fabricados de materiales tales como: acero, madera y concreto.

Los tanques elevados de madera y acero, son soportados en torres de acero o concreto reforzado.

En México por lo común se usan tanques elevados de acero y cisternas de concreto.

Las capacidades de los tanques elevados, construidos con acero pueden ser:

## CAPACIDAD

| Galones | M <sup>3</sup> |
|---------|----------------|
| 5000    | 18.93          |
| 10000   | 37.85          |
| 15000   | 56.78          |
| 20000   | 75.70          |
| 25000   | 94.63          |
| 30000   | 113.55         |
| 40000   | 151.40         |
| 50000   | 189.25         |
| 60000   | 227.10         |
| 75000   | 283.88         |

## CAPACIDAD

| Galones | M <sup>3</sup> |
|---------|----------------|
| 100000  | 378.50         |
| 150000  | 567.75         |
| 200000  | 757.00         |
| 300000  | 1135.50        |
| 500000  | 1892.50        |

b.2).- Tanques a presión.

Las capacidades de éstos tanques son variables y serán aprobadas por las autoridades sobre seguridad.

Los tanques a presión tendrán agua hasta las dos terceras partes de su capacidad total, con una presión mínima del aire de 75 lb/pulg<sup>2</sup> ( $.5171 \times 10^5$  Pa).

Para un diseño completo de estos tanques (elevados y a presión) se recomienda ver la NFPA 22.

B).-AGUA CONTRA INCENDIO.

Los requerimientos de agua contra incendio son intermitentes y puede suponerse que para tener suficiente capacidad de éste tipo de agua, otros servicios podrán ser interrumpidos, de ser necesario.

Para elevar la presión manométrica del agua a 150 lb/pulg<sup>2</sup> ( $1.0342 \times 10^6$  Pa), a manera de tener de 100 a 125 lb/pulg<sup>2</sup> ( $6.9139$  a  $8.5321 \times 10^5$  Pa) en los pitones de las mangueras contra incendio, se usan bombas centrífugas para este uso, aprobadas por las compañías aseguradoras.

a).- Calidad.

En principio el agua utilizada para combatir incendio puede ser de cualquier tipo (aguas negras, aguas salobres, aguas municipales, etc.), es decir aguas que no necesitan previo

tratamiento, debido a la gran cantidad que se necesita en un incendio. Sin embargo se deben evitar lo más que sea posible los suministros de agua que contengan sal o materiales añlogos que afecten a los sistemas contra incendio.

De preferencia se debe utilizar agua limpia y dulce aunque no sea potable. Este tipo de agua no deberá emplearse para alimentar otras líneas que no sea la red contra incendio. En instalaciones con sistemas de aspersores siempre deberá usar se agua limpia y dulce.

#### C).- AGUA COMO AGENTE PARA EXTINGUIR INCENDIOS.

Como anteriormente se mencionó, el agua se usa comúnmente para combatir incendios, debido a que es un agente extinguidor barato, fácil de manejar y es la sustancia más abundante que podemos encontrar.

Las principales ventajas del agua en incendios de la clase "A" son, su capacidad para absorber grandes cantidades de calor, y evaporar 1700 veces su volúmen de líquido para dar una atmósfera inerte de vapor. El calor que se extrae del agua cuando se calienta, por ejemplo de 283 K a 373 K es de 400.2 Joules/g, el cual es mucho menor al calor que se absorbe en el cambio de agua líquida a vapor a 373 K y es de - -

2283.4 Joules/g.

Para combatir eficazmente un incendio, el agua debe vaporizarse; este objetivo rara vez se logra por completo ya sea con extinguidores a mano o en el combate de incendios a gran escala.

Por lo general, se enfrían de inmediato las superficies por medio de agua, mientras una parte de ésta se evapora, pero la mayor parte del agua fluye sin llegar a evaporarse.

Se puede aumentar la transferencia de calor empleando un fino rocío que cubra más adecuadamente las superficies, pero en la práctica esto tiene como resultado un chorro reducido en la boquilla, lo cual reduce las ventajas obtenidas.

Al agua se le puede agregar diferentes aditivos para aumentar su efectividad en cada tipo de incendio, algunos aditivos son los agentes humectantes, los cuales algunas veces son útiles para ayudar en la penetración y hacer que el agua llegue a la base del incendio. Esto es efectivo para materiales empaquetados, especialmente los que resisten la humedad, como las pacas de algodón o bagazo de caña de azúcar.

Al aumentar la viscosidad se puede reducir la velocidad de flujo sobre la superficie, incrementando la transferencia de calor al agua.

El agua es efectiva para extinguir algunos tipos de incendios en líquidos inflamables y es conveniente clasificar los líquidos

dos inflamables en tres grupos.

a).- Los que se pueden enfriar abajo del punto de ignición por transferencia directa del calor del líquido inflamable y el agua que cae sobre él. La temperatura de ignición del líquido debería ser por lo menos de 298 K más alto que la temperatura del agua, así que este método es útil solo con líquidos como kerosina, gasoleo, aceite para transformador y aceites lubricantes.

b).- Los que se mezclan con agua, de tal modo que la temperatura de ignición se eleva hasta los 318 K o más, por dilución. Este método requiere con frecuencia de grandes cantidades de agua; por ejemplo, el alcohol etílico o la acetona deben diluirse de siete a treinta veces su volumen inicial. Estos líquidos se pueden extinguir algunas veces sólo mezclando con agua las capas de la superficie.

c).- Los que sólo se pueden extinguir mediante el enfriamiento directo de los vapores en la zona de la combustión, debido a la transferencia de calor al agua; por ejemplo la gasolina.

Debido a que estos líquidos se pueden extinguir por medio de espumas y polvos químicos secos, es preferible usar estos agentes antes de usar niebla de agua.

Estos tres métodos descritos están basados en la utilización

del agua en forma de niebla, la cual es muy eficaz para enfriar superficies que se encuentran cercanas del fuego, por lo que a menudo se pueden emplear sólo para tener controlado el fuego o para evitar la reignición, mientras que la extinción del fuego se lleva a cabo por medio de otros agentes.

#### 4.3.- AGENTES ESPUMOGENEOS.

Los incendios originados en líquidos inflamables pueden extinguirse cubriendo la superficie con una capa de espuma, que es una estructura de burbujas producidas aereando una solución acuosa de una agente espumógeno apropiado y accionando las burbujas formadas para producir una estructura estable.

Los agentes espumógenos, son agentes tensoactivos, esto es, que modifican la tensión superficial del agua, principalmente en cuanto a la cohesión, aún cuando también se ve afectada su adherencia.

Los agentes espumógenos actuales funcionan en forma similar a los jabones, ya que sus moléculas tienen una parte con carga eléctrica y otra parte con cadena de tipo hidrocarburo, es decir, tiene una parte hidrofílica (avidez por el agua) y otra parte hidrofóbica (terror por el agua).

La parte de la molécula con carga eléctrica tiende a rodear a la molécula de agua con la que adquiere una orientación especial. Al ser agitada esta solución (agua con agente espumó

geno) con aire permite la formación de una película acuosa, dejando a las moléculas de agua al centro de la película y en el exterior las moléculas del agente.

Los actuales agentes espumógenos se dividen básicamente en cuatro tipos y son:

A).-CONCENTRADOS PROTEICOS.

Son básicamente los que se emplean para espumas mecánicas, son proteínas hidrolizadas con adición de estabilizadores, agentes bactericidas y anticongelantes. Se deriva de la pezuña y del cuerno, de la carne, de la sangre, escamas de pescado, frijol soya, plumas de pollo, etc.

Se pueden emplear estos concentrados al 3 o al 6% y solo en espumas de baja expansión (1 a 8 ó 9 volúmenes).

Las espumas de baja expansión tienen poca resistencia mecánica. En líquidos polares no se puede usar ya que se disuelve.

B).- CONCENTRADOS RESISTENTES AL ALCOHOL.

Estos concentrados son principalmente detergentes sintéticos con características similares a las espumas proteicas con la diferencia de establecer membranas poliméricas en la espuma y sobre el combustible.

C).-CONCENTRADOS FLUOROPROTEICOS.

Este tipo de concentrados son básicamente protefmas fluoradas con buena resistencia mecánica y térmica lo que permite emplearla en todo tipo de compuesto orgánico e incluso puede ser inyectada por debajo de la superficie del líquido.

D).- AGENTE AFFF (ESPUMA FORMADORA DE PELICULA ACUOSA).

El más conocido de estos agentes es el agua ligera (es el resultado de mezclar agua con un derivado fluorado a una concentración del 6% en peso), su funcionamiento se basa en una membrana de agua solvatada por el agente extinguidor que sella la superficie del solvente con muy baja tensión superficial, lo que permite formarse rápidamente con una alta adherencia a los materiales sólidos, permitiendoles sellar rápidamente, además, es compatible con los polvos químicos secos, viene concentrado al 3 y al 6% puede emplearse con agua dulce como con agua de mar, en líquidos polares y no polares lo -- cual le dá una versatilidad enorme.

Para combate de incendio en lugares cerrados se han desarrollado espumas de mediana expansión (1 a 35 ó 80 volúmenes), y de alta expansión (1 a 800 ó 1000 volúmenes), en ambos casos sus concentrados son agentes sintéticos, de la misma adherencia que los detergentes.

## CAPITULO 5

## CARACTERISTICAS Y PARTES PRINCIPALES DE LA UNIDAD DE BOMBEO CONTRA INCENDIO.

Sin duda alguna, las bombas son los elementos más importantes dentro de los sistemas contra incendio, sin embargo las bombas como tal, no serían de gran utilidad si no estuvieran apoyadas por otros elementos que en conjunto con la bomba forman una unidad denominada en este caso, unidad de bombeo contra incendio.

El tipo de unidad de bombeo contra incendio que se utilice, será de acuerdo de como se encuentre localizada la fuente de suministro de agua, y estará apegada a lo que recomienda la NFPA (National Fire Protection Association).

Debido a que la unidad de bombeo contra incendio juega un papel muy importante en el control y extinción de un incendio, es necesario conocer sus características de trabajo bajo las cuales operará correctamente.

Además, también es importante conocer cada una de sus partes ya que en caso de posible deterioro de las partes pueda cambiarse lo más rápido posible, con el objeto de que la unidad vuelva a funcionar adecuadamente y esté lista para operar cuando se necesite de su servicio.

## 5.1.-BOMBAS CONTRA INCENDIO.

Las primeras bombas contra incendio que se utilizaron fueron reciprocantes o bien del tipo de acción directa con vapor.

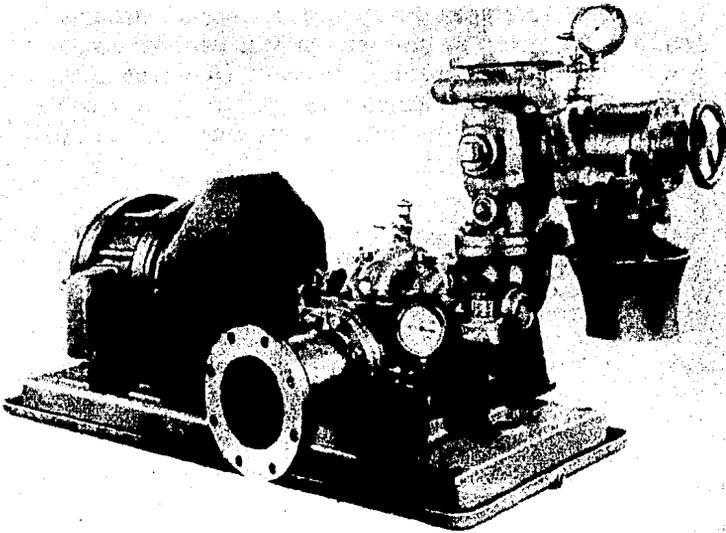
En la actualidad las bombas utilizadas para este fin son centrífugas debido a las características mencionadas anteriormente.

La figura 5-1 muestra una bomba típica contra incendio requerida por la mayor parte de las autoridades sobre seguridad.

Los fabricantes de bombas, deben surtir cualquiera de los siguientes accesorios con las instalaciones de bombas contra incendio, dependiendo de los requerimientos locales especiales:

- a).- Válvula automática de escape de aire.
- b).- Válvula de alivio de circulación (para bombas horizontales).
- c).- Reductor cónico excéntrico en la boquilla de succión (para bombas horizontales).
- d).- Cabezal para mangueras con válvulas para mangueras.
- e).- Manómetros de succión y descarga.
- f).- Conexiones para cebado (para bombas horizontales que operan con elevación de succión).
- g).- Válvula de alivio y cono de descarga.
- h).- Parabrisas entre la bomba y el motor (para bombas horizontales movidas por motores descubiertos).
- i).- Válvulas de pruebas con concecciones de tuberías.

FIG.5-1 BOMBA CENTRIFUGA CONTRA INCENDIO,DE  
UN SOLO PASO, COMPLETA, CON MOTOR Y ACCESORIOS.



j).- Coladeras de succión (para bombas verticales sumergibles).

Las unidades de un sólo paso son generalmente de doble succión dividida horizontalmente con aditamentos de bronce, tipo voluta.

Toda la bomba, también puede ser construida de bronce. Normalmente las bombas centrífugas utilizadas para la protección contra incendio son de tipo voluta; horizontales y turbina vertical.

#### A).-BOMBAS HORIZONTALES.

Las bombas horizontales contra incendio pueden ser de carcasa bipartida (Split-Case) o de succión final. Las bombas de succión final pueden ser de etapa simple, con la descarga centrada y son diseñadas y fabricadas por la American National Standards Institute, Inc., Standard B 73.1.

En México por lo común se utiliza la de carcasa bipartita, debido a su fácil mantenimiento. En principio se podría utilizar para este servicio, cualquier tipo de bomba centrífuga horizontal.

Las partes de que esta compuesta la unidad de bombeo horizontal son las siguientes:

- a).- Bomba horizontal de carcasa bipartita
- b).- Motor y accesorios
- c).- Control, accesorios e instalaciones eléctricas

- d).- Líneas de succión y descarga, conexiones.
  - e).- Cabezal de pruebas, tomas de pruebas y manómetro.
  - f).- Reducción excéntrica de succión.
  - g).- Expansión de tubería de descarga.
  - h).- Coples flexibles de succión
  - i).- Manómetro de succión y descarga.
  - j).- Sensores de alta y baja presión de descarga.
  - k).- Válvula de alivio de descarga y tubería.
  - l).- Válvula de alivio de aire (automática si se requiere)
  - m).- Válvula de compuerta de succión.
  - n).- Válvula de compuerta de descarga.
  - ñ).- Válvula check de descarga.
  - o).- Base de bomba y motor
  - p).- Soportería y cimentación para tubería, bomba y motor.
  - q).- Alambreado e instalaciones eléctricas (motor eléctrico).
  - r).- Tubería, válvula y conexiones para agua de enfriamiento (motor diesel).
- A.1).- CARACTERISTICAS HIDROSTATICAS DE LA UNIDAD DE BOMBEO HORIZONTAL.

Estas bombas deben tener un impulsor que tenga una característica tal que cuando el gasto de descarga sea cero, la presión desarrollada deba ser del 120% de la carga total requerida. Cuando la bomba proporcione el 15% del gasto normal requerido, la presión a la descarga deberá ser 65% de la carga total deseada.

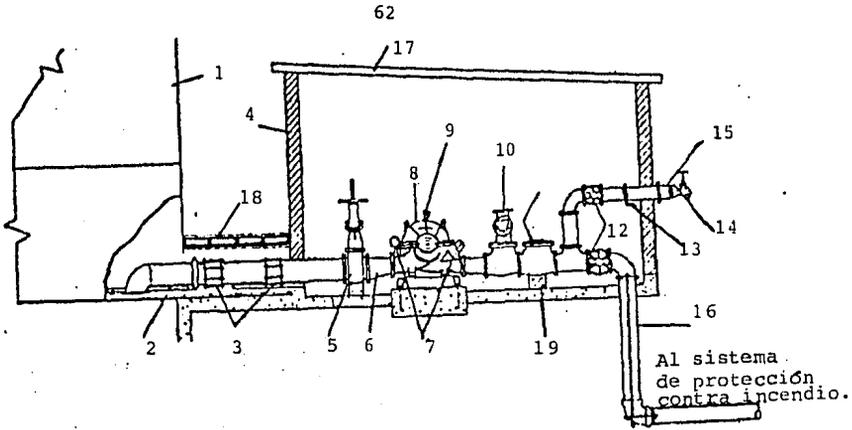


FIGURA 5-2 INSTALACION DE BOMBA HORIZONTAL

- 1).-Tanque de suministro de agua
- 2).-Tuberfa de succi3n
- 3).-Coples flexibles
- 4).-Casa de bombas
- 5).-V1lvula de compuerta listada y aprobada
- 6).-Reducci3n exc3ntrica c3nica
- 7).-Man3metros de succi3n y descarga
- 8).-Bomba contra incendio horizontal
- 9).-V1lvula de alivio de aire (VAA)
- 10).-V1lvula de alivio de presi3n (VAP)
- 11).-V1lvula Check
- 12).-V1lvula de compuerta
- 13).-V1lvula de purga (Si es necesario)
- 14).-Tomas de cabezal de prueba
- 15).-Lnea de cabezal de prueba
- 16).-Tuberfa de descarga
- 17).-Techo no combustible
- 18).-Protecci3n contra congelacion (si es necesario)
- 19).-Soporte de tuberfa

rrollada por la bomba con el 100% de gasto, siendo ésta la mínima necesaria para cubrir las necesidades de la red.

A.2).-VALVULA DE ALIVIO DE AIRE (VVA).

Todas las bombas horizontales de carcaza bipartida contarán con una válvula de alivio de aire. Esta deberá de ser de acción automática cuando el nivel de succión en el tanque se encuentra a menos de 5.50 m arriba del nivel de la bomba.

A.3).- CIMENTACION.

a).- La bomba y el motor deben ser montados en la misma base metálica y deben estar conectados por un cople flexible.

b).- La base metálica debe estar firmemente unida a una cimentación sólida que asegure la alimentación correcta de la bomba y el motor, la cimentación debe ser de concreto reforzado.

c).- La cimentación debe ser suficiente para ser un soporte rígido y permanente para la base metálica.

d).- La base metálica, con la bomba y el motor montado, debe ser nivelada en la cimentación.

A.4).- ALINEACION.

a).- Cuando la bomba y el motor son enviados sobre la base metálica deben ser alineados por el proveedor o fabricante antes del embarque, éste alineamiento deberá verificarse en planta y de ser necesaria realinear la unidad.

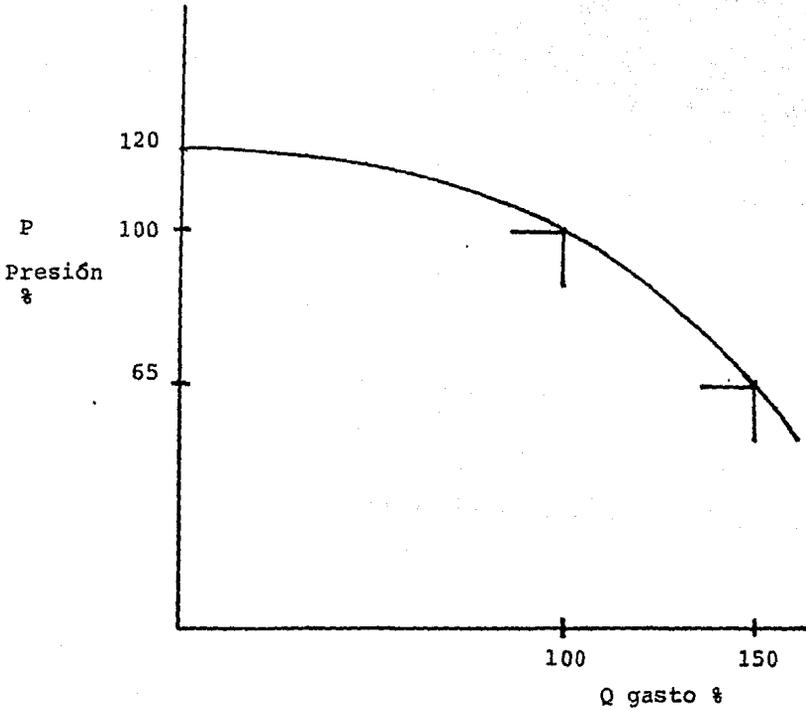


FIGURA 5-3 CURVA CARACTERISTICA DE UNA BOMBA CONTRA INCENDIO HORIZONTAL.

b).- El realineamiento se hará cuando la base metálica esté nivelada en la cimentación y después de que la unidad esté conectada a la tubería.

c).- El cople flexible que une a la bomba y el motor deberá desconectarse mientras dure la maniobra de alineamiento.

d).- El cople flexible no deberá utilizarse para compensar errores de alineación, ya que su fin es de compensar los cambios de temperatura y evitar interferencias en la transmisión de potencia del motor a la bomba.

e).- La revisión del alineamiento se efectúa con cuñas calibradas, según se muestra en la figura No.5-4, o utilizando un dial calibrado.

f).-La especificación de alineamiento deberá ser entregado por el proveedor o fabricante.

#### B).-BOMBAS TURBINA VERTICAL.

Es una bomba centrífuga, cuya flecha se encuentra en posición vertical con impulsores giratorios suspendidos de la cabeza de la bomba por un columna que sirva de soporte a dicha flecha y a sus rodamientos.

Son útiles cuando la fuente de agua está localizada abajo de la superficie de la tierra.

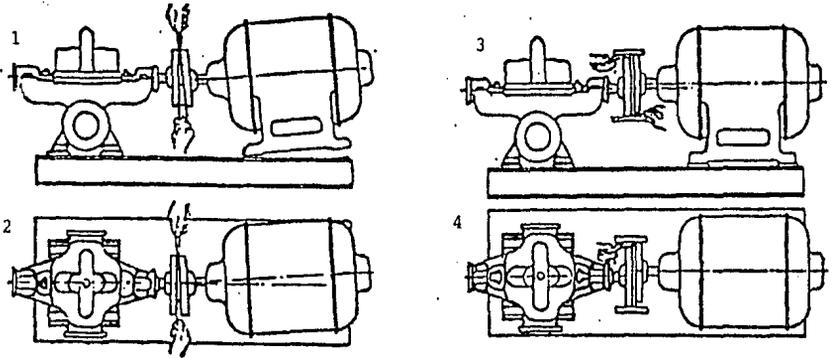


FIG.No.5-4 REVISION DEL ALINEAMIENTO.

Las bombas turbina vertical que tienen los impulsores cerrados son lubricados por aceite y cuando tienen los impulsores abiertos son lubricados por agua.

Las partes de que esta compuesta la unidad de bombeo vertical son los siguientes:

- a).- Bomba de pozo profundo
- b).- Motor y accesorios
- c).- Control y accesorios
- d).- Carga de succión
- e).- Flecha
- f).- Cabezal de descarga, tubería y conexiones
- g).- Cabezal de pruebas y tomas de pruebas
- h).- Filtro de succión
- i).- Válvula de alivio de descarga y tubería
- j).- Válvula de alivio de agua
- k).- Válvula de compuerta de descarga
- l).- Válvula check de descarga
- m).- T de descarga
- n).- Manómetro de descarga
- ñ).- Indicador de nivel de agua (si se requiere )
- o).- Sensores de alta y baja presión de descarga
- p).- Soportería y cimentación
- q).- Alambrado e instalaciones eléctrica
- r).- Tubería, válvula y conexiones para agua de enfriamiento (motor diesel)

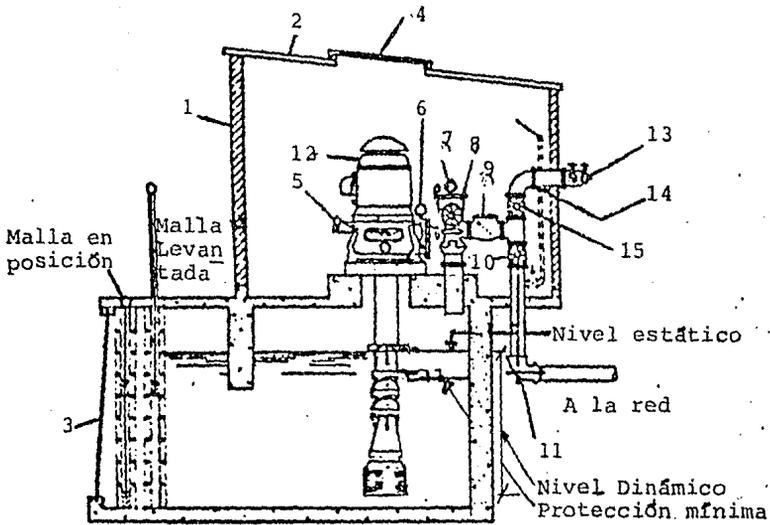


FIGURA 5-5 BOMBA CONTRA INCENDIO VERTICAL

- |  |  |
|--|--|
| 1.- Casa de bombas                         | 10.- Válvula de compuerta de la descarga           |
| 2.- Techo no combustible                   | 11.- Tubería de descarga                           |
| 3.- Soporte de la Protección de la succión | 12.- Motor eléctrico vertical o caja de la tubería |
| 4.- Pasa hombre                            | 13.- Cabezal de prueba                             |
| 5.- Válvula de aceite                      | 14.- Válvula de drene (si se requiere).            |
| 6.- Manómetro de descarga                  | 15.- Medidor de flujo.                             |
| 7.- Válvula de alivio de aceite            |  |
| 8.- Válvula de alivio de descarga          |  |
| 9.- Check de descarga                      |  |

## B.1).- CARACTERISTICAS

a).- Las bombas de pozo profundo pueden ser de flecha encerrada lubricada por aceite o de flecha abierta lubricada por agua.

b).- Pueden ser instaladas en pozos o en cisternas. No se debe instalar en pozos donde el nivel del espejo de agua sea mayor a 61 m cuando la bomba opere al 150% de su capacidad.

c).- Estas bombas deben tener un impulsor que tenga una característica tal que cuando el gasto de descarga sea cero, la presión desarrollada deba ser del 140% de la carga total requerida.

Quando la bomba proporcione el 150% del gasto normal requerido, la presión a la descarga deberá ser 65% de la carga total desarrollada por la bomba con el 100% de gasto, siendo ésta la mínima necesaria para cubrir las necesidades de la red.

d).- El tazón más alto de la bomba debe estar sumergido a 1m como mínimo del nivel dinámico de agua (nivel de bombeo)

e).- La columna de la bomba debe ser enviada por el proveedor en secciones no mayores a 3m (10 ft) y con peso no menor al especificado por la tabla No.2, y debe conectarse por medio de coples roscados. Los extremos roscados de cada sección deben ser maquinados de modo que permitan el correcto alineamiento de las columnas.

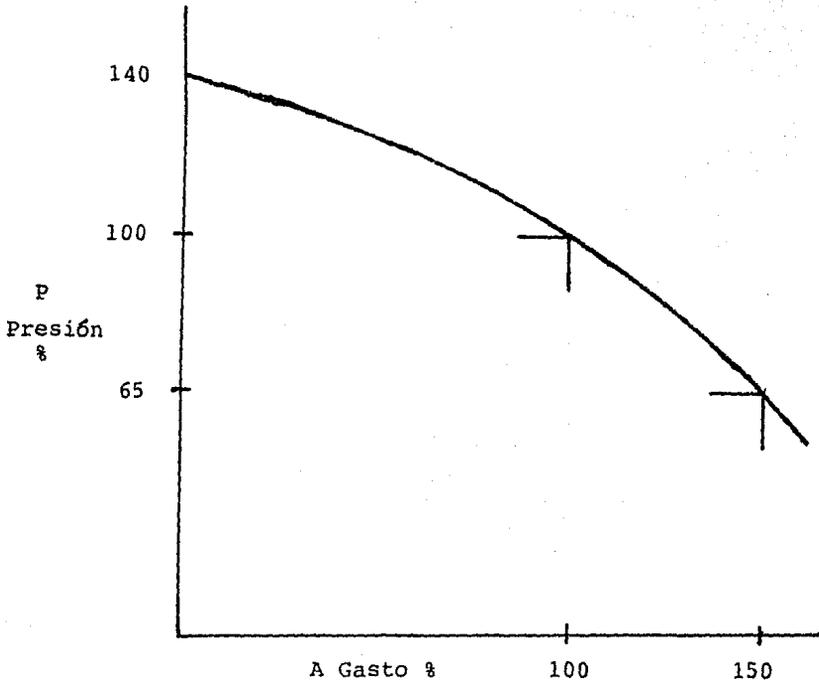


FIGURA 5-6 CURVA CARACTERISTICA DE UNA BOMBA INCENDIO VERTICAL.

f).- Si la bomba es de tipo lubricada con aceite, la tubería de la flecha debe ser enviada por el proveedor en secciones intercambiables de no más de 3m (10 ft) de tubería extra resistente. También deberá enviar el sistema de aceite.

g).- La succión de la bomba debe contar con un filtro tipo cono, fabricado con un material no ferroso. El filtro debe tener una área libre de cuando menos 4 veces el área de la succión y la abertura no debe permitir el paso de una esfera de 1.27 cm de diámetro (1/2 pulgada).

#### C).-BOMBAS JOCKEY

Son bombas reguladoras y se usan para mantener una cierta presión en un sistema de aspersión en todo tiempo. Están diseñadas para arrancar y parar automáticamente. Generalmente tienen aditamentos de bronce cuando manejan agua, con capacidades de 15.8, 31.6, 47.3 o 63.1 L.P.S.

##### C.1).-REQUISITOS

a).- Se debe mantener una presión uniforme y relativamente alta en la red de agua contra incendio, por lo que si no se cuenta con otro medio para elevar la presión, se deberá instalar una bomba jockey.

b).- Las bombas jockey deben tener una capacidad no menor a 35 G.P.M. (2.208 L.P.S.) y deben poder mantener la presión del sistema de protección contra incendio a  $0.7 \text{ kg/cm}^2$

( $6.865 \times 10^4$  Pa) como mínimo arriba de la presión de entrada de la primera unidad automática y a no mayor de  $4 \text{ kg/cm}^2$  ( $3.923 \times 10^5$  Pa).

c).- Debe instalarse una válvula check en la línea de descarga.

d).- Se debe instalar válvulas de compuerta en los lugares necesarios para facilitar la reparación de la bomba, válvula check y otros accesorios (ver figura 5-7).

e).- Las bombas contra incendio no deben ser utilizadas como bombas para mantener la presión de la red de agua contra incendio.

f).- La bomba jockey debe tener control automático de arranque y paro por baja y alta presión.

g).-La bomba jockey, su tamaño e instalación deben ser aprobadas por el cooperativo de seguridad.

FIGURA 5-7

DIAGRAMA DE LA BOMBA JOCKEY

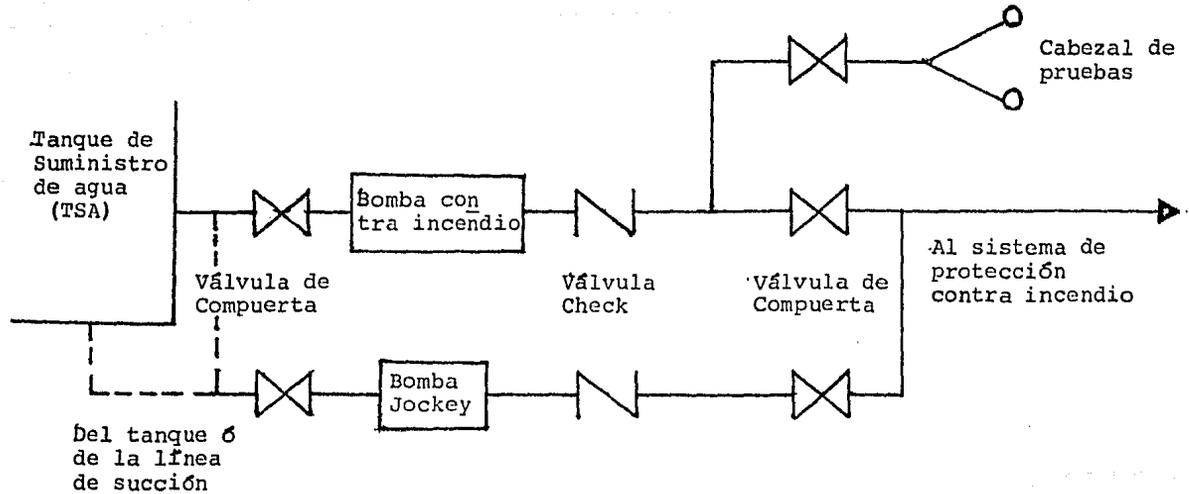


TABLA 5-1 ESPECIFICACIONES DE INSTALACION DE BOMBAS CONTRA  
INCENDIO.

| CAPACIDAD<br>DE BOMBEO<br>L.P.S. | DIAMETRO<br>SUCCION<br>mm | DIAMETRO<br>DESCARGA<br>mm | DIAMETRO<br>VAP<br>mm | DIAMETRO DE TU-<br>BERIA DE DESCARCA<br>VAP<br>mm |
|----------------------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------|---|
| 31.54                            | 127.0                     | 127.0                      | 76.2                  | 127.0   |
| 47.31                            | 152.4                     | 152.4                      | 101.6                 | 152.4   |
| 63.08                            | 203.2                     | 152.4                      | 101.6                 | 203.2   |
| 78.85                            | 203.2                     | 203.2                      | 152.4                 | 203.2   |
| 94.62                            | 203.2                     | 203.2                      | 152.4                 | 203.2   |
| 126.16                           | 254.0                     | 254.0                      | 152.4                 | 254.0   |
| 157.50                           | 254.0                     | 254.0                      | 152.4                 | 254.0   |
| 189.30                           | 304.8                     | 304.8                      | 203.2                 | 304.8   |

continuación de la tabla 5-1

| DIAMETRO<br>MEDIDOR<br>mm | No Y DIAMETRO<br>CABEZAL DE PRUEBA<br>No. mm | DIAMETRO DE ALIMENTACION<br>CABEZAL DE PRUEBA<br>mm |
|---------------------------|--|---|
| 127.0                     | 2 63.5                                       | 101.6   |
| 127.0                     | 3 63.5                                       | 152.4   |
| 152.4                     | 4 63.5                                       | 152.4   |
| 152.4                     | 6 63.5                                       | 203.2   |
| 203.2                     | 6 63.5                                       | 203.2   |
| 203.2                     | 6 63.5                                       | 203.2   |
| 203.2                     | 8 63.5                                       | 254.0   |
| 203.2                     | 12 63.5                                      | 254.0   |

D).-DISPOSITIVOS PARA PROPORCIONAR ENERGIA A LAS BOMBAS.

Los dispositivos utilizados para proporcionar energía a las bombas contra incendio son: motores eléctricos, motores de combustión interna y turbinas de vapor.

Al seleccionar una bomba contra incendio, se seleccionan dos dispositivos que le proporcionen energía; uno de ellos es el motor eléctrico, el cual operará, siempre que sea necesario hacer uso de la bomba; el otro será un equipo de relevo, y entrará en función solo cuando el motor eléctrico falle, éste equipo de relevo puede ser un motor de combustión interna o turbina de vapor.

Los motores eléctricos se utilizan con frecuencia para mover los impulsores de las bombas porque, normalmente, significan una inversión inicial mínima, unos costos de funcionamiento bajos o moderados y un rendimiento total máximo.

D.1).- MOTOR ELECTRICO.

Un motor eléctrico es una máquina utilizada para convertir energía eléctrica en energía mecánica.

Los motores eléctricos requeridos para el servicio contra incendio serán trifásicos, de corriente alterna, de inducción tipo jaula de ardilla. Estos motores deberán tener la potencia suficiente para accionar la bomba a través de sus límites de carga y capacidad con el impulsor proporcionado, sin sobrecargar el motor.

La potencia nominal de los motores eléctricos, deberá ser igual a la potencia al freno correspondiente al punto de diseño de la bomba multiplicada por el factor de servicio, o sea:

| POTENCIA DEL MOTOR | % DE LA POTENCIA AL FRENO DE LA BOMBA |
|--------------------|---------------------------------------|
| 25 HP y menores    | 125                                   |
| 30 HP a 75 HP      | 115                                   |
| 100 HP y mayores   | 110                                   |

Nota.- (Factor de servicio: es un factor que aplicado a la potencia nominal indica la sobrecarga continua máxima que puede soportar el motor sin que exceda los límites de temperatura especificados en la placa)

Todos los motores eléctricos para las bombas contra incendio deben ser 600 volts o menos y deben estar especificados para uso continuo y no deben operarse a voltajes mayores al 110% del voltaje especificado.

Estos motores de inducción de jaula de ardilla deben tener un torque de arranque y de freno.

Para la identificación de los terminales del motor, el fabricante o proveedor debe instalar una placa en el motor que contenga la siguiente información.

Corriente alterna motor tipo jaula de ardilla.

Modelo

Potencia de salida HP

Intervalo de tiempo

Frecuencia

No.de fases

Temperatura máxima o tipo de aislamiento

Temperatura ambiente

R.P.M. a carga total

Letra del código NFPA 70 NEC

Factor de servicio si es diferente de 1.0

#### D.2). MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

Un motor de combustión interna es una máquina utilizada para convertir energía química en mecánica. Según su aplicación, los motores de combustión interna pueden ser; de gasolina, de gas natural, de gas licuado de petróleo (G.L.P.) o diesel.

Los motores de gasolina ocupan un reducido espacio; la gasolina es fácil de transportar y de manejar, y a diferencia de los combustibles gaseosos, no requiere de almacenamiento a presión ni de equipo de regulación.

Las capacidades de arranque de una máquina de gasolina son satisfactorias, siempre que la máquina se encuentre en buenas condiciones de operación.

Cuando se usan volúmenes pequeños de gasolina, es segura y fácilmente manejable; pero en grandes volúmenes se vuelve cara y riesgosa.

Con la gasolina el peligro de fuego siempre está presente debido a fugas en el sistema.

Los motores de gas natural o gas LP ocupan mayor espacio. El gas natural generalmente se suministra bajo presiones moderadas que raras exceden las  $50 \text{ lb/pulg}^2$  ( $3.4473 \times 10^5 \text{ Pa}$ ), mientras que el gas LP combustible se suministrará como líquido a presiones tan altas como  $200 \text{ lb/pulg}^2$  ( $1.3789 \times 10^6 \text{ Pa}$ ) en clima caliente.

Como resultado el gas natural se mezclará más rápidamente con el aire y se quemará, mientras que el gas LP combustible debe cambiar de líquido a vapor al adicionarle calor.

Debido a que el gas natural o gas LP contiene sustancias inertes, particularmente sulfuro de hidrógeno o azufre libre, el cual en presencia de humedad resultante de la combustión, formará ácido sulfuroso, que es corrosivo y así, dañará las válvulas, los pistones y las paredes del motor.

Los motores diesel son muy utilizados para los sistemas de potencia mayores. El costo inicial del sistema se justifica hasta cierto grado, debido al bajo costo del combustible. El diesel tiene una ventaja distinta con respecto a la seguri-

dad contra el fuego, no forma los peligrosos vapores que forman otros combustibles. Requiere, sin embargo un buen sistema de filtrado debido a los contaminantes en el com bustible que pueden originar problemas para el diseño de precisión para el sistema de inyección de combustible.

Por lo expresado anteriormente, los motores de combustión interna seleccionado para impartir energía a las bombas contra incendio, serán aquellas que usen diesel como combustible.

Las potencias nominales de algunos motores de combustión in terna estan dadas por la carga que pueden desarrollar continuamente a la velocidad nominal de operación.

Para servicio continuo, los motores de combustión interna pueden operar satisfactoriamente a un 75% u 80% de su potencia nominal, por lo cual es necesario preveer un incremento de 25% al freno de la bomba al seleccionar la potencia nomi nal del motor, considerando en estos casos, transmisión directa.

#### D.3) .-TURBINAS DE VAPOR.

Una turbina de vapor puede definirse como una máquina calorífica en la que la energía del vapor se transforma en energía cinética por medio de expansión a través de boquillas, y la energía cinética del chorro resultante se convierte, a su

vez, en fuerza que realiza un trabajo sobre una serie de anillos de aspas montadas en una pieza giratoria.

Las turbinas de vapor seleccionadas deberán tener la capacidad suficiente para mover la bomba con la potencia al freno calculada a las condiciones nominales de operación, basándose en la eficiencia garantizada de la bomba.

La turbina de vapor deberá tener características de operación tales que con una presión del vapor de alimentación de 75% de la especificada proporcione la potencia requerida por la bomba y en ningún caso estará diseñada para operar a más de 3500 R.P.M.

## CAPITULO 6

## SELECCION DE LAS BOMBAS CONTRA INCENDIO PARA PLANTAS DE PROCESO.

Cuando se va a seleccionar una bomba contra incendio, no so lo es importante tener presente las condiciones de diseño y de operación de la bomba, sino también las condiciones de diseño de las fuentes de suministro de agua y de las redes de tubería.

Es decir, una bomba podrá estar bien seleccionada, pero si la fuente de donde proviene el agua no tiene la capacidad suficiente para controlar o extinguir el incendio, la bomba dejará de tener la importancia vital que se le da en un sistema contra incendio, o si las redes de tubería no están bien dimensionadas, el agua no llegará en la cantidad necesaria requerida y esto puede traer consecuencias graves, como pérdidas humanas, materiales y económicas.

La selección de la bomba siempre se lleva a cabo con ayuda de los fabricantes o proveedores, por lo que es necesario formularles una requisición de dichas bombas, con el objeto de que tengan suficiente información respecto al problema específico y recomienden la bomba más adecuada, obteniéndose de esta forma una mejor selección.

### 6.1.- CONDICIONES DE DISEÑO.

Para que una bomba contra incendio obtenga las condiciones necesarias para la cual será utilizada, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos de suma importancia.

#### A).-CAPACIDAD DE LA FUENTE PRIMARIA.

La fuente primaria debe tener capacidad suficiente para asegurar un suministro continuo. Por esta razón, es recomendable que en instalaciones de proceso dicha fuente sea capaz de suministrar el 150% del gasto total necesario para satisfacer el riesgo mayor de la instalación durante un periodo de 8 horas mínima. En otro tipo de instalaciones su cumplimiento con lo establecido por las normas de Petróleos Mexicanos y a las características propias de la instalación.

#### B).- CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE LA FUENTE SECUNDARIA.

La fuente secundaria debe ser capaz de mantener el gasto necesario en caso de incendio. En general, la capacidad de almacenamiento dependerá de la extensión, localización y peligrosidad del área a proteger. En lugares donde se tienen líquidos inflamables o materiales combustibles que produzcan fuego persistente, la capacidad de almacenamiento deberá ser suficiente para que la bomba o las bombas funcionen 30 minutos sin interrupción, con el gasto máximo previsible en caso de incendio. Para áreas de instalaciones industriales y su almacenamiento de productos inflamables, la capacidad

de almacenamiento de agua contra incendio debe ser suficiente para que la bomba o las bombas funcionen durante un periodo de 5 horas, de acuerdo al gasto máximo previsible según los riesgos y tamaño que éstas tengan.

Puede utilizarse agua contenida en la pileta de las torres de enfriamiento, plantas de tratamiento etc., pero este volumen no debe considerarse como almacenamiento de la fuente secundaria.

#### C).-CAPACIDAD DE BOMBEO.

La capacidad de las bombas deberá ser tal que permitan mantener los gastos y presiones necesarias incluso en el caso de que tengan abiertos los hidrantes adecuados para sofocar el incendio más grande, de acuerdo a los riesgos existentes.

La capacidad de las bombas que se instalen pueden ser de:

TABLA 6-1

| CAPACIDAD | G.P.M. | L.P.S. |
|-----------|--------|--------|
| A         | 250    | 15.77  |
| B         | 500    | 31.54  |
| C         | 750    | 47.31  |
| D         | 1000   | 63.08  |
| E         | 1250   | 78.85  |
| F         | 1500   | 94.62  |
| G         | 2000   | 126.16 |
| H         | 2500   | 157.50 |
| I         | 3000   | 189.30 |

Esta capacidad va a depender del número de hidrantes o tomas de alimentación simultánea, como se indica a continuación en la tabla 6-2.

TABLA 6-2

| CAPACIDAD NOMINAL<br>DE LA BOMBA |        | No.DE TOMAS PARA<br>MANGUERAS DE |         |
|----------------------------------|--------|----------------------------------|---------|
| G.P.M.                           | L.P.S. | 63.5 mm                          | 38.1 mm |
| 250                              | 15.77  | 1                                | 3       |
| 500                              | 31.54  | 2                                | 6       |
| 750                              | 47.31  | 3                                | 9       |
| 1000                             | 63.08  | 4                                | 13      |

continuación de la tabla 6-2

|      |        |   |    |
|------|--------|---|----|
| 1250 | 78.85  | 5 | 15 |
| 1500 | 94.62  | 6 | 18 |
| 2000 | 126.16 | 6 | 18 |
| 2500 | 157.50 | 8 | 24 |

D).- PRESION DE OPERACION.

La presión de operación mínima en las tomas debe ser la necesaria para la operación de los aparatos y dispositivos necesarios para cubrir los riesgos a proteger en cada caso particular pero nunca será menor de 100 lb/pulg<sup>2</sup> ( $6.9139 \times 10^5$  Pa) manométricas en las condiciones más desfavorables y el 100% de la capacidad del sistema.

E).-DIAMETRO DE LA TUBERIA.

En las instalaciones de proceso y sus áreas de almacenamiento el diámetro mínimo de tubería de redes contra incendio es de 6 pulgadas (0.152 m) y el número máximo de hidrantes y/o monitores por anillo es de 12. En otros casos, el diámetro de la tubería y la colocación de los hidrantes o monitores deberá de determinarse tomando en cuenta el número de tomas, distancia y condiciones del lugar, considerando las disposiciones de las normas de seguridad aplicables.

F).-VELOCIDAD DEL AGUA.

La velocidad de diseño recomendable, para el agua en cualquier parte de la red debe ser de 9 pies/s (2.7 m/s) con

objeto de minimizar las pérdidas de fricción en la tuberfa.

## 6.2.-CRITERIOS DE CALCULO.

### A).- TUBERIA

A.1).- Para calcular la red de distribución de agua contra incendio se debe procurar que:

a).- La presión disponible en el hidrante de localización más desfavorable, sea de 100 lb/pulg<sup>2</sup> ( $6.9139 \times 10^5$  Pa).

b).- El gasto proporcionado sea suficiente para alimentar la cantidad de mangueras y/o monitores que deban emplearse simultáneamente, más 20% a 30% de exceso para absorber posibles fugas y/o conecciones.

A.2).- Para calcular la velocidad, caída de presión o gasto en cualquier tramo de la red contra incendio se puede hacer uso de las fórmulas de Hazen y Williams indicadas a continuación.

Para velocidad: 
$$V = C r^{0.63} S^{0.54}$$

Para caída de presión 
$$P = \frac{4524 Q^{1.85}}{C^{1.85} d^{4.87}}$$

Para gasto: 
$$Q = \frac{C d^{2.63} P^{0.54}}{94.19}$$

donde:

V = velocidad, en pies/s

r = radio hidráulico

S = pendiente

C = coeficiente de Hazen y Williams para el tubo (depende del material y del tiempo de uso)

G = gasto, en G.P.M.

P = caída de presión, en lb/pulg<sup>2</sup> para cada 100 pies de tubería.

d = diámetro interior del tubo, en pulgadas.

El coeficiente "C" utilizado para el cálculo del gasto y la caída de presión, será el que se indica a continuación:

| Clase de tubería   | Coficiente |
|--|------------|
| Tubería de fierro fundido o tubería de acero con superficie interior lisa. | "C"        |
| Tubería nueva  | 120        |
| Tubería con 10 años de uso   | 110        |
| Tubería con 15 años de uso   | 100        |
| Tubería con 20 años de uso   | 90         |
| Tubería con 30 años de uso   | 80         |

### 6.3.-FORMULACION DE REQUISICIONES PARA BOMBAS CENTRIFUGAS CONTRA INCENDIO.

Al seleccionar una bomba centrífuga contra incendio para una aplicación determinada, el ingeniero se interesa en varias características específicas de la bomba: la capacidad, la energía o carga suministrada al fluido, la potencia requerida para accionar la bomba y la eficiencia de la unidad.

Para obtener las mejores características antes mencionadas, el ingeniero necesita conocer cierta información pertinente al problema particular.

Al reunir esta información, se prepara en forma de requisición y se envía a varios fabricantes de bombas, pidiéndoles que preparen descripciones detalladas del equipo que pueden recomendar para satisfacer las necesidades de dicho problema.

Es imposible presentar una investigación completa de cada uno de los factores que se estudian cuando se prepara esta requisición, la experiencia y el contacto íntimo con la instalación en especial son las únicas guías para el conocimiento completo.

Sin embargo es posible, delinear los datos esenciales requeridos para que el fabricante pueda escoger inteligentemente una bomba centrífuga contra incendio para cualquier instalación.

## A).- DATOS ESENCIALES REQUERIDOS.

Los siguientes representan los datos esenciales requeridos.

a).- Número de unidades requeridas

b).- Naturaleza del agua que se va a bombear

- Agua dulce o salada

- Presión de vapor del agua a la temperatura de bombeo.

- Peso específico

- Condiciones de viscosidad

- Cantidad de cualquier materia extraña suspendida que haya y tamaño, naturaleza y calidad abrasiva de los sólidos.

- Análisis químico, incluyendo el valor de pH, variaciones probables del análisis, impurezas y contenido de oxígeno.

c).- Capacidad requerida, así como cantidad mínima o máxima de líquido que debe descargar la bomba.

d).- Condiciones de succión.

- Elevación o carga de succión

- Condiciones de succión constantes o variables.

- Longitud y diámetro de la tubería de succión, accesorios y válvulas que tiene.

e).- Condiciones de descarga.

- Descripción de la carga estática - constante o variable.

- Descripción de la carga por fricción y como se estimó.
- Presiones máximas y mínimas de descarga contra las cuales la bomba tiene que descargar líquido.
- f).- Tipo de servicio - continuo o intermitente.
- g).- Instalación de la bomba- posición horizontal o vertical.
- h).- Tipo y característica de la fuerza disponible para mover la bomba.
- i).- Espacio, peso, o limitaciones de transporte
- j).- Localización de la instalación
- k).- Requerimientos especiales o marcadas preferencias con respecto al diseño, la construcción, o el funcionamiento de la bomba.

DATOS PARA BOMBA CENTRIFUCA

TRABAJO No. \_\_\_\_\_

OFICINA DE DISTRITO No. \_\_\_\_\_

PAG.No. \_\_\_\_\_ DE \_\_\_\_\_

ADITAMENTO No. \_\_\_\_\_

PARTIDA No. \_\_\_\_\_

VENDIDA  
A

TIPO DE BOMBA \_\_\_\_\_ CANTIDAD \_\_\_\_\_ TIPO DE IMPULSOR \_\_\_\_\_ POTENCIA NOMINAL \_\_\_\_\_ HP  
 CURVA DE POTENCIA \_\_\_\_\_ No.DE CURVA PRELIMINAR SOMETIDA AL CLIENTE E \_\_\_\_\_  
 MATERIAL \_\_\_\_\_ CONDICIONES DE SERVICIO \_\_\_\_\_

CON EQUIPO NORMAL \_\_ TODA DE HIERRO \_\_ \*\*LIQUIDO \_\_\_\_\_ ELEVACION DE SUCCION \_\_\_\_\_  
 TODA DE BRONCE \_\_\_\_\_  
 \*ESPECIAL (ESPECIFIQUE) \_\_\_\_\_ CARGA DE SUCCION \_\_\_\_\_  
 \*CUBIERTA \_\_\_\_\_  
 \*IMPULSOR \_\_\_\_\_ LITROS/MINUTO \_\_\_\_\_ PRESION DE SUCCION \_\_\_\_\_  
 \*ANILLOS DE LA CUBIERTA \_\_\_\_\_ CARGA TOTAL M. \_\_\_\_\_ NPSH DISPONIBLE \_\_\_\_\_  
 \*ANILLOS DEL IMPULSOR \_\_\_\_\_  
 \*FLECHA \_\_\_\_\_  
 \*MANGUITO DE FLECHA \_\_\_\_\_ \*\*PESO ESPECIFICO A \_\_\_\_\_  
 \*SEPARADORES DE PASOS \_\_\_\_\_ TEMPERATURA DE BOMBEO \*\* pH \_\_\_\_\_  
 \*PRENSAESTOPAS \_\_\_\_\_ RPM \_\_\_\_\_ \*\* VISCOSIDAD \_\_\_\_\_  
 \*COJINETES TIPO \_\_\_\_\_ EFICIENCIA \_\_\_\_\_ \*\* SOLIDOS \_\_\_\_\_  
 LUBRICADO CON GRASA \_\_ ACEITE \_\_  
 \* ACOPLAMIENTO \_\_\_\_\_ BHP \_\_\_\_\_ TIPO DE SERVICIO: \_\_\_\_\_  
 \* GUARDA DE ACOMPLAMIENTO \_\_\_\_\_  
 \* PLACA DE LA BASE \_\_\_\_\_  
 \* SELLO MECANICO \_\_\_\_\_  
 \* MISCELANEOS \_\_\_\_\_ \*\*TEMPERATURA \_\_\_\_\_ \*\*OTROS DATOS \_\_\_\_\_  
 DE BOMBEO (°C) \_\_\_\_\_

CONTINUACION:  
DATOS PARA BOMBA CENTRIFUCA

---

|  |  |
|--|--|
| IMPULSOR   | REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE                   |
| SUMINISTRADO POR WORTHINGTON _____ CLIENTE _____                           | PRESENCIAR PRUEBA DE OPERACION SI ___ NO ___ |
| MONTADO POR WORTHINGTON _____ CLIENTE _____                                | PRESENCIAR PRUEBA HIDRAULICA SI ___ NO ___   |
| PLANOS CERTIFICADOS DEL CLIENTE ANEXOS ENVIAR _____ INSPECCION (DESCRIBIR) |  |
| SI EL MOTOR LO SUMINISTRA EL CLIENTE DESPUES _____                         |  |
| MARCA _____ TIPO _____ No. BASTIDOR NEMA _____                             |  |

---

|   |   |
|---|---|
| BOMBAS VERTICALES                           | MANDAR COPIAS CERTIFI. FECHA _____ COPIAS _____ |
| DISTANCIA DEL PISO DEL MOTOR _____          | CADAS DE PLANOS A _____                         |
| A LA CAMPANA DE SUCCION (BOMBA LLENA) _____ | SE REQUIERE APROBACION DE PLANOS SI ___ NO ___  |
| DISTANCIA DEL PISO DEL MOTOR _____          | LISTA DE PARTES _____ COPIAS _____              |
| AL PISO DE LA BOMBA (BOMBA SECA) _____      |   |
| SOPORTE DEL MOTOR _____                     |   |

---

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| TRANSMISION                   | CONSTRUCCION                                       |
| SECCION A VERTICAL _____      | FLECHA HORIZONTAL _____ FLECHA VERTICAL _____      |
| TRANSMISION _____             | ROTACION VIENDO DESDE _____                        |
| SECCION B VERTICAL _____      | EN SENTIDO DE LAS _____ EN SENTIDO CONTRARIO _____ |
|                               | MANECILLAS DEL RELOJ A LAS MANECILLAS _____        |
|                               | DEL RELOJ _____                                    |
| BRIDAS DE CONEXION _____      | POSICION DE LA BOQUILLA _____                      |
| COJINETE DE GUIA Y TIPO _____ |  |

## CAPITULO 7

## MATERIALES DE CONSTRUCCION DE LAS BOMBAS CONTRA INCEN...).

En la selección de las bombas contra incendio, uno de los as  
pectos más importantes que hay que tomar en cuenta, es la se  
lección de los materiales de construcción.

Los materiales de construcción de las bombas contra incendio  
deberán ser de la más alta calidad, debiendo estar de acuer-  
do con las especificaciones ASTM o equivalentes. Dichos mate-  
riales se especificarán en las hojas de datos.

Las características principales tomadas en cuenta al selec--  
cionar los materiales de construcción, básicamente son:

- a) Resistencia a la corrosión
- b) Erosión (Desgaste lento de un cuerpo causado por el  
roce de otro).
- c) Temperatura de bombeo
- d) Presión de operación
- e) Costo

El análisis para la selección de los materiales, se concentra  
rá primero en los materiales más comunmente usados para partes  
por separado, tal como lo establece la bomba estandar. Después,  
mediante un análisis más específico, en el que se toma en cu  
enta el tpo de agua a desplazar, se selecciona la clase y la es-  
pecificación del material a utilizar; esto se logra con ayuda  
de algunas tablas.

## 7.1.-MATERIALES QUE COMPONEN LA BOMBA ESTANDAR.

De acuerdo al Instituto Hidráulico Americano los materiales de las diferentes partes son:

| PARTE                    | MATERIALES                            |
|--------------------------|---------------------------------------|
| Cracaza                  | Fierro fundido                        |
| Cubierta de succión      | Fierro fundido                        |
| Prensa estopa            | Bronce                                |
| Tuerca del prensa estopa | Latón                                 |
| Flecha                   | Acero al carbono                      |
| Impulsor                 | Bronce                                |
| Anillos de desgaste      | Bronce                                |
| Manga de la flecha       | Bronce                                |
| Deflector                | Bronce                                |
| Tuerca del impulsor      | 11 - 13% Cromo                        |
| Roldana del impulsor     | 11 - 13% Cromo                        |
| Cuña del impulsor        | Acero inoxidable                      |
| Juntas                   | 2 mm Durable                          |
| Pernos                   | Acero de bajo contenido<br>de carbono |
| Juntas de la manga       | Aluminio                              |
| Cople                    | Flexible                              |
| Base                     | Acero estructural                     |

7.2.-SELECCION DEL MATERIAL DE CONSTRUCCION DE ACUERDO AL  
TIPO DE AGUA DESPLAZADA.

Los materiales para las partes de las bombas contra incendio deberán estar de acuerdo con los que se enlistan en las tablas 7-2, 7-3 y 7-4, excepto cuando en la hoja de datos se proponga mejores materiales o una alternativa más recomendable para este servicio.

Una guía que muestra las clases de materiales aplicables a varias clases de agua, se da en la tabla 7-1. Los materiales están designados con los números de la especificación ASTM (ver tablas 7-2, 7-3, y 7-4). Muchas de las especificaciones tienen prueba opcional o procedimientos de inspección, por lo que el comprador solicitará la prueba de inspección cuando sea necesario, con el fin de garantizar que los materiales sean específicos este servicio (contra incendio).

TABLA 7-1

CLASES DE MATERIALES PARA BOMBAS CENTRIFUGAS CONTRA  
INCENDIO.

| No | TIPO DE AGUA                                  | PARA OPERAR EN PLANTAS DE PROCESO | PARA OPERAR EN SISTEMAS DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCION | LIMITES DE TEMPERATURA EN K | LIMITES DE PRESSION EN Pa | CLASE DE MATERIAL |
|----|---|-----------------------------------|--|-----------------------------|---------------------------|-------------------|
| 1  | AGUA DULCE<br>AGUA PARA TORRE DE ENFRIAMIENTO | X                                 | X  | POR ABAJO DE 373            | TODOS                     | I-1<br>Ø<br>I-2   |
| 2  | AGUA EN EBULLICION Y AGUA PARA PROCESO        | X                                 | X  | POR ABAJO DE 394            | TODOS                     | I-1<br>Ø<br>I-2   |
| 3  | AGUA SU- CIA, AGUA DE POZO                    | X                                 | X  | POR ABAJO DE 450            | TODOS                     | S-3               |
| 4  | AGUA DE MAR Y SALADA (SALMUERA)               | X                                 | X  | POR ABAJO DE 373            | TODOS                     | I-1<br>Ø<br>I-3   |

PRECAUCION: Esta tabla tiene como propósito ser una guía general, por lo que no debe usarse sin antes analizar y determinar adecuadamente el tipo de agua.

TABLA 7-2

MATERIALES PARA LAS PARTES DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS CONTRA  
INCENDIO.

| CLASE DE MATERIAL No. DE SERVICIO-MATERIAL DE CARCASA/INTERIORES |                            |                    |                   |                            |
|--|----------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|
| CLASE DE MATERIAL  | I-1                        | I-2                | I-3               | S-3                        |
| NO. DE SERVICIO  | 1-2-4                      | I-2                | 4                 | 3                          |
| MAT. CARCASA<br>IN-<br>TERIORES                                  | HIERRO<br>HIERRO           | HIERRO<br>BRONCE   | BRONCE<br>BRONCE  | ACERO<br>Ni-RESIST.        |
| CARCASA EXTERIOR   | HIERRO FUNDIDO             | HIERRO FUNDIDO     | BRONCE            | ACERO AL CARBONO           |
| PARTES INTERNAS<br>(TAZONES, DIFUSORES,<br>DIAFRAGMAS)           |                            | BRONCE             |                   | Ni-RESIST.                 |
| IMPULSOR   |                            |                    |                   |                            |
| ANILLO DE DESGASTE DE LA CARCASA                                 |                            |                    |                   |                            |
| ANILLO DE DESGASTE DEL IMPULSOR                                  |                            |                    |                   |                            |
| FLECHA   | ACERO AL CARBONO           | ACERO AL CARBONO   | ACERO AL CARBONO  | ACERO AL CARBONO           |
| CAMISA DE LA FLECHA CUANDO SE USAN EMPAQUES                      | ACERO AL 12% Cr ENDURECIDO | BRONCE ENDURECIDO. | BRONCE ENDURECIDO | ACERO AL 12% Cr ENDURECIDO |

continuación talba 7-2

|   |                                     |                         |                  |  |
|---|-------------------------------------|-------------------------|------------------|--|
| CAMISA DE LA FLECHA CUANDO SE USAN SELLO MECANICO                             | ACERO INOXIDABLE<br>18 - 8 & 12% Cr |                         | BRONCE           | ACERO INOXIDABLE<br>18 - 8 &<br>12% Cr |
| BUJE DE ENTRADA Y DE REGULACION   | HIERRO FUNDIDO                      | BRONCE                  |                  | Ni-RESIST.                             |
| CAMISA ENTRE PASOS  |                                     |                         |                  |  |
| BUJE ENTRE PASOS  |                                     |                         |                  |  |
| ANILLO LINTERNA (si la bomba tiene empaque)                                   |                                     | BRONCE O HIERRO FUNDIDO |                  | HIERRO FUNDIDO                         |
| PRENSA ESTOPA (cuando hay empaque) & BRIDA DE ASIENTO (cuando hay sello mec.) | ACERO AL CARBONO                    |                         |                  | ACERO AL CARBONO                       |
| TORNILLOS O BIRLOS (del prensa estopa & bride de asiento)                     |                                     |                         | ACERO AL CARBONO | AISI-4140                              |
| TORNILLO DE LA CARCASA JUNTA DE LA CARCASA                                    |                                     |                         |                  |  |
|   | COMPUESTO A BASE DE ASBESTO         |                         |                  |  |

TABLA 7-3

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS EN PARTES DE BOMBAS CENTRIFUCAS CONTRA INCENDIO.

| MATERIAL                  | FUNDICIONES                     | PIEZAS FORJADAS           | BARRAS                                | TORNILLOS                        |
|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|
| HIERRO FUNDIDO            | ASTM-A 48                       | _____                     | _____                                 | _____                            |
| ACERO AL CARBONO          | ASTM-A 216<br>GR. WCA o<br>WCB  | ASTM-A<br>105 ♂<br>576    | ASTM-A<br>575 ♂<br>576                | _____                            |
| AISI 4140                 | _____                           | _____                     | ASTM-A<br>322 GR<br>4140              | ASTM-A<br>193 GR<br>B 7          |
| BRONCE                    | ASTM-B<br>584<br>ALEACION<br>2A | _____                     | ASTM-B<br>139                         | ASTM-B<br>124<br>ALEACION<br>655 |
| ACERO INOXIDABLE (18 - 8) | ASTM-A<br>743<br>CF - 8         | ASTM-A<br>182 GR<br>F 304 | ASTM-A<br>276<br>TIPO<br>304          | ASTM-A<br>193<br>GR. B8 ♂<br>B8A |
| 12% CROMO                 | ASTM-A<br>743 GR.<br>CA 15      | ASTM-A<br>182 GR.<br>F 6  | ASTM-A<br>276<br>TIPO<br>410 ♂<br>416 | ASTM-A<br>193 GR.<br>B 6         |

DESCRIPCION DE LAS ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES DE LA TABLA 7-3.

ASTM-A 48.- Fundiciones de hierro gris, es utilizado cuando la tensión al esfuerzo es considerable. La ASTM no proporciona composición para esta especificación, la composición se determina en función del servicio específico y del arreglo a que se llegue entre el fabricante y el comprador. Sin embargo puede darse una composición aproximada para este material y es la siguiente: C = 3.2 - 3.8%, Si = 2.1 - 2.7%, Mn = 0.5-0.8%, P menor o igual que 0.65% y S menor o igual que 0.15%.

ASTM-A 216 GR WCA o WCB.- Fundiciones de acero al carbono por fusión de soldadura apropiada para servicios de alta temperatura. La selección del grado dependerá de las condiciones de servicio, propiedades mecánicas y de la temperatura. La composición del grado WCA es la siguiente: C, max. = 0.25%; Mn, max. = 0.70%; P, max. = 0.04%; S, max. = 0.60%; elementos residuales como Cu, max. = 0.5%; Ni, max. = 0.5%; Cr, max. = 0.04%; V, max. = 0.03% y Mo = 0.25%.

Para el grado WCB sólo varia C y Mn, y los demás elementos se mantienen constantes, C, max. = 0.3%; Mn, max. = 1.0%.

ASTM-A 105.- Piezas forjadas de acero al carbono para componentes de tuberías. La composición química de este material es la siguiente: C = 0.35% max.; Mn = 0.6 - 1.05% P = 0.04% max; S = 0.05% max. y Si = 0.35% max.

ASTM-A 575.- Barras de acero al carbono laminadas en caliente de calidad comercial. Usadas en estructuras y similares. Existen diez grados, variando solo el contenido de carbono, el manganeso, fósforo y azufre permanecen constantes. La composición química es la siguiente: C = 0.10 - 0.50%; Mn = 0.25 - 0.60%; P = 0.04% y S = 0.05%.

ASTM-A 576.- Barras de acero al carbono laminadas en caliente de calidad especial. Las aplicaciones incluyen forjas, templados y usos en varias estructuras. Tiene 37 grados, variando el contenido de carbono y manganeso, el azufre y fósforo permanecen constantes. La composición química es la siguiente: C = 0.08 - 1.03%; Mn = 0.30 - 1.0%; P = 0.04% max. y S = 0.05% max.

ASTM-A 322 GR 4140.- Barras de acero de aleación trabajadas en caliente. Las aplicaciones incluyen forjas, templado y en muchos componentes de estructuras. La composición química es la siguiente: C = 0.38 - 0.43%; Mn = 0.75 - 1.0%; P, max. = 0.035%; S, max. = 0.04%; Si = 0.15 - 0.35%; Cr = 0.8-1.10% y Mo = 0.15-0.25%.

ASTM-A 193 GR.B 7.- Materiales para servicio a alta temperatura de acero de aleación y de acero inoxidable.

Dentro del grado B 7 podemos encontrar el B 7 y B 7M, y tienen la siguiente composición química; C = 0.37-0.49%; - -

Mn = 0.65-1.10%; P, máx. = 0.035%; S, máx. = 0.04%; Si = 0.15-0.35%; Cr = 0.75-1.20% y Mo = 0.15-0.25%.

ASTM-B 584 ALEACION 2A.- Aleación de cobre colado en arena para aplicaciones generales. Este material es un bronce que tiene cobre y estaño en mayor escala, también tiene fósforo y debido a esto recibe el nombre de bronce fosforado. El fósforo añadido al bronce actúa como desoxidante, mejorando las propiedades mecánicas y de fundición.

La composición química es la siguiente: Cu = 86.0 - 89.0%; Sn = 5.5-6.5%; Pb = 1.0-2.2%; Zn = 3.0-5.0%; Fe = 0.25%; Sb = 0.25%; S = 0.05%; P = 0.05%; Al = 0.005% y Si = 0.005%.

ASTM-B 139.- Barras de acero fosforado, esta especificación incluye cinco clases, de las cuales tres se pueden utilizar en bombas, barras, etc. y son: C 51000, C 52100 y C 52400. El estaño es el único elemento que varía en la composición de las tres clases, los demás suelen permanecer constantes. La composición química del material C 51000 es la siguiente: Sn = 4.2 - 5.8%; P = 0.03 - 0.35% - Fe, máx. = 0.10%; Pb = 0.05, máx.; Zn = 0.30, máx.; Cu + Sn + P, mín. = 99.5%. Para el material C 52100, el contenido de estaño es de 7.0 - 9.0%, y para el C 52400 es de 9.0 - 11.0%.

ASTM-B 124 ALEACION 655.- Barras y perfiles de cobre y de aleaciones de cobre forjado. Son bronce con alto contenido de silicio, superan a los bronce estañíferos por las propiedades mecánicas y por que son más baratos, poseen alta resistencia a la corrosión en una serie de medios agresivos sobre todo en alcalinos. La composición química es la siguiente: C u = 94.8%; Pb = 0.05%; Fe = 0.8%, máx.; Ni = 0.6% Si = 2.8-3.8%; Mn = 0.5 - 1.3% Zn = 1.5% máx.

ASTM- 4 743 CF - 8.- Aleaciones fundidas resistentes a la corrosión de Fe - Cr, Fe-Cr,Ni, Ni-Mo, Ni-Cu y níquel para aplicaciones generales. La especificación ASTM-A 743 incluye los grados CF - 8, CF - 20, CF - 3, y CF - 8 M y la selección del grado se hará de acuerdo a las condiciones de servicio, el único elemento que varía en la composición química de los cuatro materiales es el carbono. La composición química del grado CF - 8 es la siguiente: C, máx. 0.08%; Mn, máx.=1.5%; P, máx. = 2.0%; S, máx. = 0.04%, Si, máx = 0.04%, Cr = 18-21% y Ni = 8-11%.

ASTM-A 182 GR F 304 y GR. F 6.- Acero de aleación forjado ó laminado para brida de tuberías, para válvulas y accesorios forjados y partes para servicio a alta temperatura. La composición química del grado F 304 es la siguiente: C = 0.08% máx.; Mn = 2.0% máx.; P = 0.04% máx.; S = 0.03% máx.; Si = 1.0% máx.; Ni = 9.11% y Cr = 18-20%.

La composición química del grafo F 6 es la siguientes:

C = 0.15% máx.; Mn = 1.0% máx.; P = 0.04% máx.; S = 0.03% máx.; Si = 1.0% máx.; Ni = 0.5% máx. y Cr = 11.5-13.5%.

ASTM-A 276 TIPO 304 Y TIPO 410 ó 416 .- Barras construídas de acero resistente al calor y de acero inoxidable.

Son utilizadas para servicios de alta temperatura, además son resistentes a la corrosión. La composición química del tipo 304 es la siguiente: C = 0.08% máx.; Mn = 2.0% máx.; P = 0.045% máx.; S = 0.03% máx.; Si = 1.0% máx.; Cr = 18.0-20.0%; Ni = 8.0-10.5% y N = 0.10% máx. Cr = 10.0-20.0%; Ni = 8.0-10.5% y -- N = 0.10% máx.

El tipo 410 tiene la siguiente composición química: C = 0.15% máx.; Mn = 1.0%; P = 0.04%; S = 0.03%; Si = 1.0%; Cr = 11.5-13.5% y para el tipo 416 es: C = 0.15% máx.; Mn = 1.25%; Si = 1.0%; Cr = 11.5-13.5%.

ASTM-A 193 GR B 6 y GR. B8 ó B8 A.- Materiales para servicio de alta temperatura de acero de aleación y de acero inoxidable. La composición del grado B 6 es la siguiente: C = 0.15% máx.; Mn = 1.0% P = 0.04% máx.; S = 0.03% máx.; Si = 1.0% y Cr = 11.5-13.5%.

Para el grado B8 ó B8A la composición química es la siguiente: C = 0.08%; Mn = 2.0%; P = 0.045% máx.; S = 0.03% máx.; Si = 1.0% y Cr 18.0-20%.

ASTM-A 743 GR. CA 15.- Es otro grado de las especificación  
ASTM-A 743 y tiene la siguiente composición química: C = 0.15%  
máx.; Mn = 1.0% máx.; Si = 1.50% máx.; P = 0.04% máx.; --  
S = 0.04% máx.; Cr = 11.5 - 14.0%; Ni = 1.05% máx. y Mo = -  
0.50% máx.

TABLA 7-4  
DESCRIPCION DE LOS MATERIALES

| MATERIAL                                | DESCRIPCION DE SUS CARACTERISTICAS   |
|---|--|
| Ni - RESIST.                            | ALEACION DE HIERRO AUSTENITICO TIPOS 1, 2, ó 3 SEGUN LAS RECOMENDACIONES HECHAS POR "INTERNATIONAL NICKEL CO", PARA LAS CONDICIONES DE SERVICIO. |
| ACERO INOXIDABLE AUSTENITICO ENDURECIDO | SON DE ACEPTARSE LOS SIGUIENTES TIPOS ARMCO 17-7 PH, AMRGO 17-4 PH, U.S.S. STAINLESS W, ALLEN GHENY LUDLUM AM 350 Y AM 355.                      |
| CARBON                                  | EL CARBON MECANICO ADECUADO SERA EL RECOMENDABLE POR EL FABRICANTE DEL SE- LLO MECANICO DEPENDIENDO DEL SERVICIO.                                |
| COMPUESTOS A BASE DE ASBESTO            | FIBRAS LARGAS AGLOMERADAS CON HULE SINTETICO SERAN LAS ADECUADAS.  |
| CARBURO DE TUGS- TENO -1                | KENNAMETAL K-6 (Cobalto aglutinado) ó EQUIVALENTE (PIEZAS SOLIDAS, SIN RECU- BRIMIENTOS).  |
| CARBURO DE TUGS- TENO -2                | KENNAMETAL K-801 (Níquel aglutinado) ó EQUIVALENTE (PIEZAS SOLIDAS SIN RECU- BRIMIENTO).   |
| STELLITE                                | SE PUEDE UTILIZAR EN RECUBRIMIENTO SU- PERFICIAL CUANDO SE INDIQUE UNA FUNDI- CION SOLIDAD DE "STELLITE No.3"                                    |
| ELASTOMEROS                             | TEFLON, KEL- F ó MATERIALES SIMILARES  |
| VITON                                   | VITON MARCA DUPONT O EQUIVALENTE.  |
| BUNA-N                                  | B.F. GOODRICH HYCAR O EQUIVALENTE.   |
| ALEACION 20                             | CARPENTER 20 CB 3 O EQUIVALENTE (ASME CODE CASE 1188)  |

## NOTAS DE REFERENCIA PARA LA TABLA 7-1

1.- El material recomendado debe ser el apropiado para cada tipo de agua, ya que la corrosividad causada principalmente por aguas sucias es muy variable. La clase de material indicada será satisfactoria pero debe comprobarse.

2.- Considerar el contenido de oxígeno y las variaciones de pH del agua al seleccionar el material.

3.- Todas las soldaduras deberán relevarse de esfuerzos.

## NOTAS GENERALES PARA LAS TABLAS 7-2, 7-3 y 7-4.

1.- Los materiales para piezas secundarias (tuercas, roldanas, cuñas) deberán tener igual resistencia a la corrosión que la indicada para las partes ubicadas cerca o en el mismo medio ambiente.

Deberá comprobarse que el material de la junta o sello, ubicado entre la flecha y la camisa que está en contacto con el empaque o sello mecánico, sea satisfactorio para las condiciones del servicio.

2.- Si las partes hechas de acero de aleación 18 Cr 8 Ni, es tán expuestas al líquido bombeado, se requerirá que estos aceros sean endurecidos superficialmente por soldadura, con estabilización o con un bajo contenido de carbono.

3.- El acero inoxidable 18 Cr-8 incluye los tipos 302, 303, 304, 316, 321 y 347.

4.- El prensaestopa para una bomba que utiliza empaquetadura, deberá tener un revestimiento o forro de bronce. La brida de asiento de un sello mecánico deberá tener buje de regulación de presión, de material no ferroso.

Se recomienda, en términos generales, que el ingeniero de proceso consulte con los fabricantes de bombas la mejor selección de los materiales de construcción, de acuerdo a los requerimientos especiales del caso.

Es frecuente que existan diferentes materiales que puedan dar el servicio requerido, en este caso se toma en cuenta el costo de los materiales.

## CAPITULO VIII

## COSTO DE BOMBAS CONTRA INCENDIO.

Al seleccionar una bomba contra incendio, frecuentemente suele suceder que varias unidades cumplan con las condiciones hidráulicas requeridas por el sistema y con las especificaciones de los materiales utilizados en su construcción; cuando se presenta esta situación, la selección final de la bomba se efectúa tomando en cuenta el costo de dichas bombas.

Actualmente éste aspecto es de suma importancia y en México la ha adquirido mucho más, debido a la crisis económica que vive el país. Sin embargo en cuestión de seguridad no se debe escatimar ya que la vida de los seres humanos está de por medio principalmente.

Por esta razón el costo de las bombas contra incendio se debe manejar correctamente, de tal forma, que las demás condiciones no se descuiden, evitando con esto lamentaciones futuras que se puedan ocasionar por pérdidas humanas o por pérdidas económicas mayores al destruirse las instalaciones de proceso.

El costo de las bombas está variando constantemente y en nuestro país esta variación es mucho más marcada, esto es debido a que día con día está fluctuando el valor de nuestra moneda, por eso es muy difícil dar un valor preciso para las bombas.

Normalmente el precio de las bombas contra incendio lo proporciona el proveedor o fabricante para un servicio específico. La forma de como se determina dicho valor, es información confidencial de la empresa y no se puede revelar, ni aún a los propios clientes.

A continuación se dan una serie de precios de bombas contra incendio para diferentes capacidades con sus respectivos motores.

Estos precios fueron proporcionados por la Worthington de México, y estimados por un ingeniero de la misma compañía.

TABLA 8-1  
BOMBAS HORIZONTALES

| CAPACIDAD<br>(L.P.S.) | MODELO                  | VELOCIDAD<br>(r.p.m.) | EFICIENCIA<br>(%) | ØSucc.<br>(mm) | Ødesc.<br>(mm) |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|----------------|----------------|
| 31.54                 | 4X3X10                  | 3560                  | 66                | 101.6          | 76.2           |
| 47.31                 | 6X4X10                  | 3550                  | 70                | 152.4          | 101.6          |
| 63.08                 | 4XQ-104                 | 3500                  | 76                | 152.4          | 101.6          |
| 78.85                 | 6X4X10                  | 3500                  | 75                | 152.4          | 101.6          |
| 94.62                 | 5LN-22<br>(Bipartida)   | 1775                  | 70                | 203.2          | 127.0          |
| 126.16                | 8LNH-18                 | 2000                  | 76                | 304.8          | 203.2          |
| 189.30                | 10LNH-18<br>(Bipartida) | 1750                  | 70                | 304.8          | 254.0          |

continuación de la tabla 8-1

| NPSH<br>req.<br>(m) | RECORTE<br>DEL IM<br>PULSOR<br>(mm) | BHP<br>(Potencia<br>al freno)<br>(HP) | POTENCIA DEL<br>MOTOR<br>ELECTRICO<br>(HP) | DIESEL<br>(HP) | PRECIO<br>DE LA<br>UNIDAD<br>(\$) |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------|-----------------------------------|
| 3.66                | 235.0                               | 67                                    | 76   | 83             | 4,980,000                         |
| 4.27                | 235.0                               | 94                                    | 108  | 117            | 7,450,000                         |
| 4.88                | 238.3                               | 115                                   | 123  | 139            | 12,170,000                        |
| 7.32                | 247.7                               | 146                                   | 161  | 183            | 13,250,000                        |
| 3.66                | 514.4                               | 188                                   | 207  | 235            | 13,580,000                        |
| 3.05                | 444.5                               | 231                                   | 254  | 288            | 15,570,000                        |
| 3.66                | 444.5                               | 375                                   | 413  | 469            | 19,300,000                        |

TABLA 8-2  
BOMBAS VERTICALES

| CAPACIDAD<br>(L.P.S.) | MODELO   | VELOCIDAD<br>(r.p.m.) | EFICIENCIA<br>(%) | Ø TUBO<br>COLUMNA<br>(mm) | Ø EXT.<br>DEL TAZON<br>(mm) |
|-----------------------|----------|-----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|
| 31.54                 | 10H-6H   | 1760                  | 80                | 152.4                     | 241.3                       |
| 47.31                 | 10H-6H   | 1800                  | 80                | 152.4                     | 241.3                       |
| 63.08                 | 12H-110  | 1760                  | 80                | 254.0                     | 279.4                       |
| 78.85                 | 12HH-165 | 1800                  | 79                | 254.0                     | 292.1                       |
| 94.62                 | 14HH-220 | 1760                  | 70                | 304.8                     | 330.2                       |
| 126.16                | 14HH-220 | 1800                  | 70                | 304.8                     | 330.2                       |
| 189.30                | 15HH-340 | 1800                  | 80                | 304.8                     | 368.4                       |

continuación de la tabla 8-2

| Ø FLECHA<br>(mm) | No. De<br>PASOS | BHP<br>(Potencia)<br>al freno)<br>(HP) | POTENCIA DEL<br>MOTOR |                | PRECIO DE<br>LA UNIDAD<br>\$ |
|------------------|-----------------|--|-----------------------|----------------|------------------------------|
|                  |                 |  | ELECTRICO<br>(HP)     | DIESEL<br>(HP) |                              |
| 38.1             | 8               | 55                                     | 63                    | 69             | 6,546,000                    |
| 38.1             | 8               | 82                                     | 95                    | 103            | 8,687,000                    |
| 44.5             | 7               | 110                                    | 121                   | 137            | 11,770,000                   |
| 44.5             | 7               | 139                                    | 153                   | 174            | 16,100,000                   |
| 50.8             | 7               | 188                                    | 207                   | 235            | 18,460,000                   |
| 50.8             | 7               | 250                                    | 275                   | 313            | 20,750,000                   |
| 63.5             | 7               | 329                                    | 361                   | 410            | 22,850,000                   |

NOTA 1.- En todos los casos se maneja una carga de 150 lb/pulg<sup>2</sup> ( $10.37085 \times 10^5$  Pa) o 346.5 pies (105.64 m).

NOTA 2.- En la tabla 8-1, las bombas horizontales son de impulsor cerrado y de un solo paso.

NOTA 3.- En la tabla 8-2, las bombas verticales son lubricadas con aceite, para éstas bombas se consideró una profundidad del pozo de 50 pies (15.24 m).

## CAPITULO 9

## CONCLUSIONES.

Extinguir un incendio siempre ha resultado una labor muy difícil de resolver y sobre todo peligrosa, ésta labor requiere una disciplina muy estricta en la que se combina correctamente, con conocimientos teóricos y prácticos.

De acuerdo a lo analizado en este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- 1.- El conocimiento teórico sobre la extinción de incendios, permite conocer el tipo de extinguidor que debe utilizarse en cada clase de fuego; esto es muy importante, pues, una equivocación en su uso puede aumentar la magnitud del incendio y ocasionar con ésto mayores pérdidas.
- 2.- Las características de funcionamiento de la unidad de bombeo contra incendio para cualquier planta de proceso, debe ajustarse a lo establecido por la NFPA, la cual, representa la asociación con más experiencia en el combate de incendios.
- 3.- Las bombas utilizadas para el servicio contra incendio son centrifugas, horizontales y verticales. Las bombas horizontales deben ser de carcasa bipartida con el objeto de facilitar su mantenimiento. Las bombas verticales deben ser de tipo turbina.
- 4.- La selección de las bombas contra incendio para condiciones

de servicio específica, se hará de acuerdo a los requerimientos de la propia instalación. Estas bombas deben ser seleccionadas equilibrando tres aspectos:

a).- Deben cumplir los requerimientos hidráulicos de la instalación.

b).- Los materiales seleccionados deben ser los adecuados para el tipo de agua utilizada.

c).- Debe buscarse que el costo de las bombas sea lo más bajo posible, sin descuidar los incisos anteriores.

Seleccionar la bomba contra incendio adecuada, es una tarea diffícil y riesgosa, la gente que se dedique a esta actividad debe conocer el campo a fondo, principalmente en hidráulica, materiales y económico. Además, su labor debe desempeñarla con mucho profesionalismo, y estar consiente que su trabajo es de vital importancia, pues, una equivocación podría costar muchas pérdidas materiales, económicas y humanas, no solo para la empresa sino también para el país.

## CAPITULO 10

## BIBLIOGRAFIA.

- 1.- ASTM (American Society for Testing and Materiales),  
ANUAL BOOKS OF ASTM STANDARDS.  
PARTES 1, 2, 5 y 6  
USA, 1981.
- 2.- BLAKE ROLAND P  
SEGURIDAD INDUSTRIAL  
EDITORIAL DIANA, SEPTIMA IMPRESION  
MEXICO, 1980
- 3.- CAPURRO S.LUIS F. Y VERGARA R.RICARDO  
PRESENTE Y FUTURO DEL MEDIO HUMANO  
COMPANIA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A.  
PRIMER EDICION  
MEXICO, 1975
- 4.- FACULTAD DE QUIMICA, C.U.  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
CUADERNO DE POSGRADO No.9  
DISEÑO DE EQUIPO  
MEXICO, 1983.
- 5.- FOUST ALAN S.  
PRINCIPIOS DE OPERACIONES UNITARIAS  
COMPANIA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A.  
DECIMOCUARTA IMPRESION  
MEXICO, 1982.

- 6.- GERENCIA CORPORATIVA DE SEGURIDAD  
MANUAL I. BOMBAS CENTRIFUGAS CONTRA INCENCIO  
CELANESE MEXICANA, S.A.  
MEXICO, 1982
- 7.- INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES  
DE MONTERREY. SEGURIDAD INDUSTRIAL, A.C.  
CURSO TEORICO-PRACTICO SOBRE PREVENCION Y EXTIN-  
SION DE INCENDIOS.  
MEXICO, 1967.
- 8.- JIMENEZ DE CISNEROS LUIS MARIA  
MANUAL DE BOMBAS  
EDITORIAL BLUME, PRIMERA EDICION  
ESPAÑA, 1977.
- 9.- KARASSIK IGOR Y CARTER ROY  
CENTRIFUGAL PUMPS "SELECTION, OPERATION AND  
MAINTENANCE".  
Mc-GRAW HILL BOOK COMPANY  
USA, 1976.
- 10.- KARASSIK, KRUTZSCH, FRASER AND MESSINA  
PUMP HANDBOOK  
Mc GRAW HILL BOOK COMPANY  
USA, 1976
- 11.- MARKS LIONEL S.  
MANUAL DEL INGENIERO MECANICO  
LIBROS Mc GRAW HILL DE MEXICO, S.A.  
SEGUNDA EDICION  
MEXICO, 1982

- 12.- Mc CABE WARREN L.  
UNIT OPERATIONS OF CHEMICAL ENGINEERING  
Mc GRAW HILL BOOK COMPANY  
USA, 1981.
- 13.- MORRISON ROBERT T. Y BOYD ROBERT N.  
QUIMICA ORGANICA  
FONDO EDUCATIVO INTERAMERICANO,S.A.  
TERCERA EDICION  
MEXICO, 1976.
- 14.- MUNRO LLOYD A.  
QUIMICA EN INGENIERIA  
EDICIONES URMO  
ESPAÑA, 1975.
- 15.- NFPA (National Fire Protection Association).  
NFPA-20, CENTRIFUGAL PUMPS.  
USA, 1978.
- 16.- NFPA (National Fire Protection Association).  
NFPA-22, WATER TANKS FOR PRIVATE FIRE PROTECTION  
USA, 1978.
- 17.- PEMEX (Petróleos Mexicanos).  
BOLETIN DE SEGURIDAD INDUSTRIAL  
EL FUEGO, SUS CAUSAS, CARACTERISTICAS, MANEJO Y  
USO DE EXTINGUIDORES CONTRA INCENDIO.  
MEXICO, 1976.

## 18.-PEMEX (petróleos Mexicanos).

NORMA AI-I, PROTECCION CONTRA INCENDIO DE LAS  
INSTALACIONES DE PROCESO.

PRIMERA EDICION

MEXICO, 1966.

## 19.-PEMEX (Petróleos Mexicanos)

NORMA AII-I, PROTECCION CONTRA INCENCIO DE LAS  
TERMINALES PARA DISTRIBUCION DE PRODUCTOS Y  
UNIDADES DE MEZCLA Y ENVASADO. PRIMERA EDICION.

MEXICO, 1966.

## 20.-PEMEX (Petróleos Mexicanos).

NORMA No.2.607.21, SISTEMAS PARA AGUA DE SERVICIO  
CONTRA INCENDIO

SEGUNDA EDICION

MEXICO, 1974.

## 21.-PEMEX (Petróleos Mexicanos)

NORMA No.2.614.11, BOMBAS CENTRIFUGAS

PRIMERA EDICION

MEXICO, 1974.

## 22.-PEMEX (Petróleos Mexicanos).

NORMA No.2.346.02, MOTORES ELECTRICOS

SEGUNDA EDICION

MEXICO, 1982.

23.-PERRY ROBERT H. Y CHILTON CECIL H.

CHEMICAL ENGINEERS HANDBOOK

Mc GRAW HILL BOOK COMPANY. TERCERA EDICION.

USA. 1973.

24.-RASE HOWARD F. Y BARRON M.H.

INGENIERIA DE PROYECTOS PARA PLANTAS DE PROCESO

COMPANIA EDITORIAL CONTINENTAL,S.A.

OCTAVA IMPRESION

MEXICO, 1982.