



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO DE UNA PLANTA DE BOMBEO PARA SISTEMA DE RIEGO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTAN:

EDMUNDO GERARDO DRAGO SERRANO

ERNESTO ALBERTO BARRETO GARCIA

EDUARDO RAMIREZ TORRES

LUIS ANDRES SUAREZ HERNANDEZ

Dir. Ing. Jesús Avila Espinoza



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	pag.
Capítulo 1.- Introducción.	1
Capítulo 2.- Arreglo de conjunto de una planta de bombeo para agua de riego.	3
2.1.- Partes que componen el arreglo de conjunto	3
2.2.- Canal de llamada	3
2.3.- Cárcamo de bombeo	4
2.3.1.- tipos de cárcamo	5
2.3.2.- Elementos del cárcamo	6
2.4.- Casa de máquinas	8
2.4.1.- Tipos de casa de máquinas	8
Capítulo 3.- Proyecto hidráulico	10
3.1.- Equipo de bombeo	10
3.2.- Clasificación de las bombas	12
3.3.- Dimensionamiento del cárcamo	15
3.4.- Procedimiento para la selección de tipo y número de bombas.	16
3.5.- Elementos de control y protección.	21

	pag.
3.5.1.- Fontanería y válvulas.	21
3.5.2.- Juntas flexibles.	22
3.5.3.- Válvulas eliminadoras de aire.	24
3.5.4.- Válvulas de retención.	25
3.5.4.1.- Tipos de válvu- las de reten - ción.	27
3.5.5.- Válvulas de compuerta.	29
3.5.5.1.- Tipos de válvu- las de compuer- ta.	30
3.5.6.- Válvulas de mariposa.	34
3.5.7.- Válvulas de alivio.	36
3.5.8.- Válvulas de globo.	39
3.6.- Línea de conducción.	40
3.6.1.- Descargas cortas.	40
3.6.2.- Descargas largas.	43
3.7.- Análisis de pérdidas de la línea de conducción .	46
3.7.1.- Cálculo de pérdidas primarias.	47
3.8.- Canal de llamada.	51
3.8.1.- Dimensionamiento del canal de llamada.	51

	pag.
Capítulo 4.- Proyecto eléctrico.	53
4.1.- Subestación para una planta de bombeo.	53
4.2.- Memoria descriptiva de una subestación para una planta de bombeo para riego.	56
4.3.- Tipos de subestaciones.	58
4.3.1.- Subestación intemperie.	58
4.3.2.- Subestación interior.	63
Capítulo 5.- Instalaciones sanitarias.	67
5.1.- Aguas residuales.	67
5.2.- Tubería de ventilación.	68
5.3.- Instalaciones hidráulicas.	68
5.4.- Método para el cálculo de la tubería de suministro y descarga	70
5.4.1.- Gasto máximo instantáneo.	70
5.4.2.- Diámetro de alimentación para los accesorios.	70
5.4.3.- Diámetro de la tubería de descarga.	71
Capítulo 6.- Protección contra incendios.	74
6.1.- Clasificación de los extinguidores.	74
6.2.- Extinguidores para fuego clase "A".	75

	pag.
6.3.- Extinguidores para fuego clase " BC ".	77
6.4.- Extinguidores para fuego clase " ABC ".	80
Capítulo 7.- Cálculo de la planta de bombeo para riego.	82
7.1.- Consideraciones.	82
7.2.- Datos de proyecto.	83
7.3.- Cálculo del número y tipos de bombas.	89
7.4.- Cálculo de las instalaciones eléctricas de una planta de bombeo para riego.	98
7.4.1.- Alcances.	98
7.4.2.- Datos del proyecto.	98
7.4.3.- Cálculos.	99
7.5.- Instalaciones hidráulicas y sanitarias para una planta de bombeo.	122
7.5.1.- Cálculo de la tubería de suministro y des - carga para las insta- laciones hidráulicas y sanitarias de una planta de bombeo.	123
7.6.- Selección del equipo contra incendios para la planta de bombeo.	126

	pag.
7.7.- Dimensionamiento del cárcamo de la planta de bombeo.	126
Capítulo 8.- Conclusiones y recomendaciones.	128
Referencias	130
Bibliografía	131

PROLOGO

El objetivo de ésta tesis, es el de dar a conocer los elementos que integran una planta de bombeo para riego, su selección y cálculo.

Al proyectarse una planta de bombeo se deberán considerar los factores de operación y la interrelación de los distintos equipos, a fin de justificar su colocación, tamaño y especificaciones que se hagan, de tal modo, que se justifiquen cuantitativa y cualitativamente las decisiones que se tomen del proyecto.

Para ésto se integraron algunas de las formas de como seleccionar equipos tales como: bombas, válvulas, fontanería y equipos auxiliares (equipo de control, cableado, etc.), dando una breve descripción de cada uno de estos elementos.

CAPITULO 1

I N T R O D U C C I O N

Capítulo 1.- Introducción.

Nuestro país es principalmente agrícola, siendo el 10 % del territorio nacional el área cultivable, sin embargo, el descuido del campo ha provocado un problema de producción de alimentos, los cuales hay que importar para la subsistencia de las zonas rural y urbanas, con la consecuente salida de divisas de nuestro país. Además la captación de recursos económicos en la zona rural es muy baja debido a su poca productividad, obligando al campesino a emigrar a las zonas urbanas con el afán de subsistencia y superación.

Por lo tanto, es necesario realizar inversiones tendientes a incrementar la producción existente, dentro de los cuales se tiene la necesidad de abrir nuevas zonas de riego y operar eficientemente las existentes. Para ésto se requiere de una adecuada dotación de agua, siendo en algunos casos necesario transferir agua de otros sitios, debido a que en ésta zona en particular de cultivo la precipitación pluvial y/o la forma de captación sea insuficiente e incluso nula. De aquí que se

tenga la necesidad de una guía o manual para proyectar - una planta de bombeo para agua de riego que llene las - condiciones de eficiencia y economía.

Una planta de bombeo, es un conjunto de elementos e instalaciones interrelacionadas con el propósito de - suministrar energía de presión y de posición para conducir el agua a las distintas zonas donde se requiere.

Los elementos son humanos, electro-mecánicos, mecánicos y electrónicos, además de contar con obra civil apropiada para la captación del agua, instalación del - equipo y confort del personal.

Capítulo 2.- Arreglo de conjunto de una planta de bombeo para agua de riego.

El arreglo de conjunto es la distribución de los principales elementos en los cuales se van a alojar los equipos técnicos y humanos que componen la planta de bombeo.

2.1.- Partes que componen el arreglo de conjunto.

El arreglo de conjunto está formado por : Canal de llamada, cárcamo o tanque de almacenamiento, casa de máquinas y subestación.

2.2.- Canal de llamada.

Para la conducción del agua desde el río, lago, presa, sistema de filtración o cualquier otro sistema de captación de agua, hasta el cárcamo se necesita de un conducto tal que lleve el agua sin problemas de turbulencias a éste. Este ducto se llama canal de llamada, el

cual tiene la propiedad de llevar el agua hasta el cárcamo para luego ser bombeada.

Las dimensiones y la forma del canal dependen de su sección transversal, la cual es importante en la selección del mismo. Por lo general la sección transversal del canal de llamada, es de forma trapezoidal debido a su forma es fácil de construir, aparte de tener el menor perímetro mojado, debido a que el agua tiene la mínima superficie de contacto entre el canal y éste, aparte de tener la mayor sección transversal que otras secciones de canal.

2.3.- Cárcamo de bombeo.

El pozo de succión o cárcamo es un depósito enterrado, construido de concreto y mampostería, cuyas dimensiones están en función del número de equipos, además sirve para que en él se instalen las bombas.

Al calcularse el cárcamo de bombeo deberá agregarse un volumen extra al volumen calculado, esto se hace

con el fin de no tener problemas con la sumergencia de la bomba al abatirse el nivel de agua a causa de la suspensión repentina del suministro de agua al cárcamo, este volumen de agua puede ser calculado tomando un cierto factor de seguridad, (ver figura 3.1.b).

2.3.1.- Tipos de cárcamo.

a) Cárcamo húmedo.

Cuando los equipos se encuentran sumergidos dentro de un depósito lleno de agua, a éste se le conoce como cárcamo húmedo.

b) Cárcamo seco.

Cuando los equipos no se encuentren sumergidos en el agua , al depósito se le conoce como cárcamo seco.

Por lo general , un cárcamo seco es una cavidad anexa al cárcamo húmedo, donde se colocan los equipos de tal manera que éstos succionan a través de un muro divi-

sor entre el cárcamo húmedo y el seco.

2.3.2.- Elementos de un cárcamo.

a) Registro de inspección.

Son huecos que se dejan en la parte superior del cárcamo, de modo tal que a través de ellos se pueda introducir una persona, ya sea para la reparación de las bombas o inspección del propio cárcamo.

b) Registro para las bombas.

Son cavidades que se dejan en la parte superior del cárcamo (para un cárcamo húmedo) o en la parte lateral del cárcamo (para un cárcamo seco) , de modo que a través de ellos se puedan introducir las columnas o las campanas de las bombas, aún de que el cabezal esté bien sujeto a la parte superior o lateral del cárcamo sin que haya peligro de desprendimiento.

c) Muro divisor.

Es un muro que se coloca entre bomba y bomba, el cual sirve como rompeturbulencias, que se originan a la entrada de la succión en los equipos verticales y horizontales por efecto de la succión de las mismas.

d) Rejillas.

Las rejillas son elementos de madera o acero que asemejan persianas, las cuales tienen la función de retener los materiales en suspensión que pudiera contener el agua, los cuales si no se detuvieran, podrían causar taponamientos y aún desperfectos en las bombas.

e) Compuerta.

Para el control del flujo del agua proveniente del canal de llamada al cárcamo se instalan elementos de cierre y apertura llamados compuertas. Las compuertas son placas de acero que suben y bajan, gracias a un meca-

nismo volante - sinfín colocado en la parte superior - del cárcamo , en la loza donde van colocadas las bombas.

2.4.- Casa de máquinas.

La casa de máquinas es un lugar destinado a alojar los equipos tales como: bombas, motores, fontanería y - piezas especiales.

La casa de máquinas tendrá las dimensiones necesarias para la instalación, montaje y desmontaje , así como la operación de los equipos.

2.4.1.- Tipos de casa de máquinas.

a) Casa de máquinas interior.

Cuando los equipos son afectados en su operación - por cambios climatológicos (lluvia, viento, granizo, etc) , se recomienda una casa de maquinas interior que los - proteja contra dichos cambios y así, poder operar eri - cientemente.

b) Area de máquinas a la intemperie.

Quando a los equipos no les afectan los cambios -
climatológicos y puedan operar eficientemente a la in -
temperie, en éste caso se tendrá un área de máquinas a
la intemperie.

C A P I T U L O 3

P R O Y E C T O H I D R A U L I C O

Capítulo 3.- Proyecto hidráulico.

3.1.- Equipo de bombeo.

Para la selección del número de equipos se tienen que considerar los siguientes conceptos:

a) Carga estática.

La carga estática es la diferencia de niveles que existe, entre el nivel del espejo del agua del tanque de sumergencia de la bomba y el nivel del espejo de agua del tanque de descarga de la bomba (ver fig. 3.1.a).

b) Pérdidas por fricción.

Las pérdidas por fricción son debidas a la línea de conducción y sus accesorios como pueden ser; válvulas, codos y el múltiple mismo, éstas pérdidas pueden ser expresadas en metros columna de agua y dependen del tipo de tubería, diámetro y gasto que conduce.

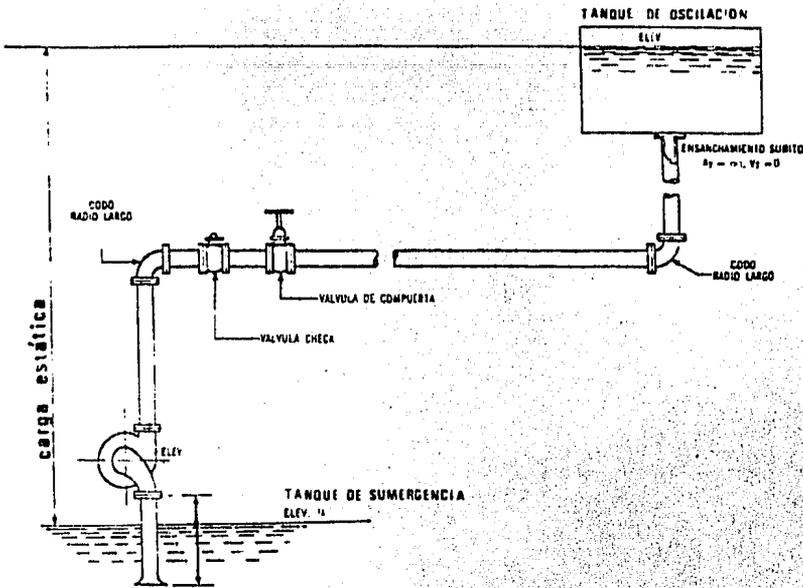


Fig.3.1.a.- Carga estática

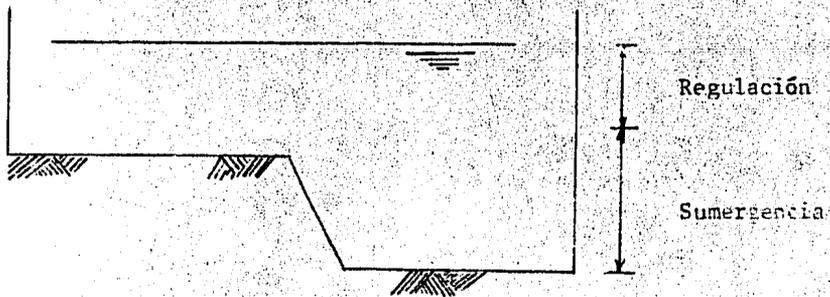


Fig.3.1.b.- Sumergencia

c) Carga dinámica.

Es la suma de la carga estática más las pérdidas por fricción .

d) Velocidad específica.

Es la velocidad angular para elevar una altura unitaria un gasto unitario y es la siguiente :

$$N_s = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \quad \text{---(1)}$$

en donde:

N_s - velocidad específica .

n - velocidad angular de la bomba en (rpm).

Q - es el gasto manejado por la bomba en (m^3/s).

H - es la carga dinámica de la bomba en (m c a).

3.2.- Clasificación de las bombas.

La clasificación de las bombas está en función del

gasto y carga que manejen , de la posición del eje de giro y del tipo de impulsor que se utilicen, los cuales se mencionan a continuación :

a) Bomba de flujo radial .

En éste tipo de bomba el flujo entra en dirección paralela al eje de giro del impulsor y sale en forma perpendicular a éste. Estas bombas se emplean cuando se tiene una carga grande en relación al gasto y por ésta razón se tiene que su velocidad específica es menor de 81 en el sistema métrico (ver figura 3.2) .

b) Bomba de flujo mixto .

En éste tipo de bomba el flujo entra en dirección paralela al eje de giro del impulsor y sale con un cierto ángulo con respecto al eje de giro del mismo.

El impulsor de flujo mixto se utiliza , cuando se tiene una carga y gasto medios relativos. Su velocidad específica está comprendida entre 81 y 173 en el sistema

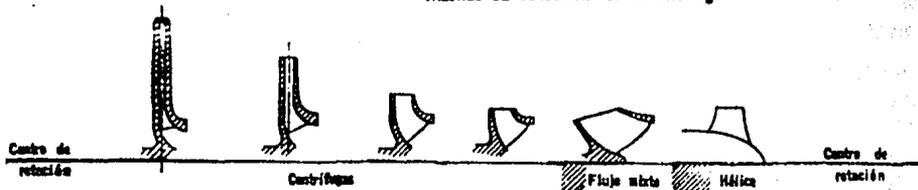
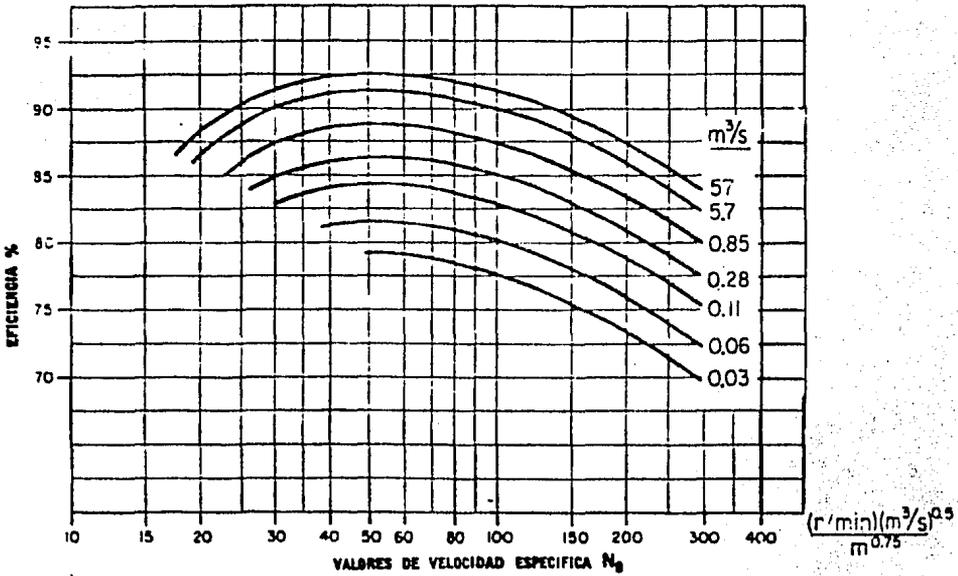
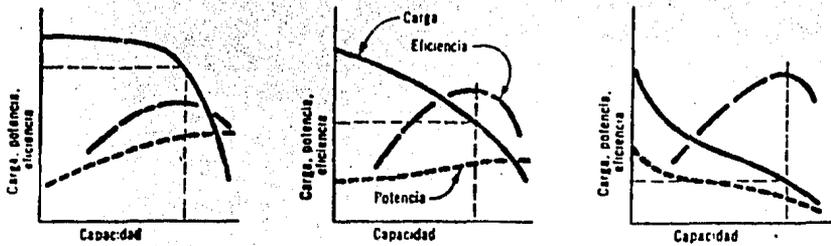


fig. 3.2.- velocidades específicas para distintos tipos de impulsores.(1)

métrico (ver figura 3.2) .

Este tipo de bomba tiene la propiedad , de que su intervalo de velocidad específica comprende parte del - rango de los impulsores radiales y de los axiales.

c) Bomba de flujo axial .

En los impulsores de flujo axial el fluido entra y sale en dirección paralela al eje de giro del impulsor.

El impulsor es por lo general abierto , tipo hélice y va encerrado en un ducto o tubo. Se emplean cuando se tiene una carga muy pequeña respecto al gasto.

Su velocidad específica está arriba de 173 en el sistema métrico (ver figura 3.2) .

3.3.- Dimensionamiento del cárcamo.

Para dimensionar un cárcamo se requiere conocer el número y dimensiones de los equipos a instalarse y de - sus requerimientos para que operen adecuadamente.

Lo anterior se puede conocer por recomendaciones de fabricantes y de los estándares del Instituto de Hidráulica (ver tabla 3.3.1 y fig. 3.3.1) .

3.4.- Procedimiento para la selección del tipo y número de bombas.

Normalmente como una primera aproximación para el número y tipo de bombas en que no se tiene definido un arreglo de la línea de conducción y no se puede calcular las pérdidas por fricción en forma precisa, se considera la carga de fricción como un porcentaje de la carga estática , a fin de poder obtener una carga dinámica aproximada.

La carga dinámica es la suma de la carga estática más la carga de fricción.

Se puede calcular el tipo de bomba por medio de tanteos al hacer variar las rpm (n) y considerar una velocidad específica determinada.

Donde n es la velocidad angular a la que va a girar la bomba, dada en rpm , en éste caso se pueden pro -

TABLA 3.3.1

CONCEPTO	CLAVE
Distancia de la campana al piso del cárcamo.	C
Distancia de la pared lateral al eje de la bomba.	S/2
Distancia entre ejes de bombas.	S
Distancia de eje de bombas a compuerta.	Y
Sumergencia al piso del cárcamo.	H
Distancia de la pared del cárcamo a la rejilla.	A
Distancia de la pared frontal del cárcamo al eje de las bombas.	B

para cárcamo múltiple

18

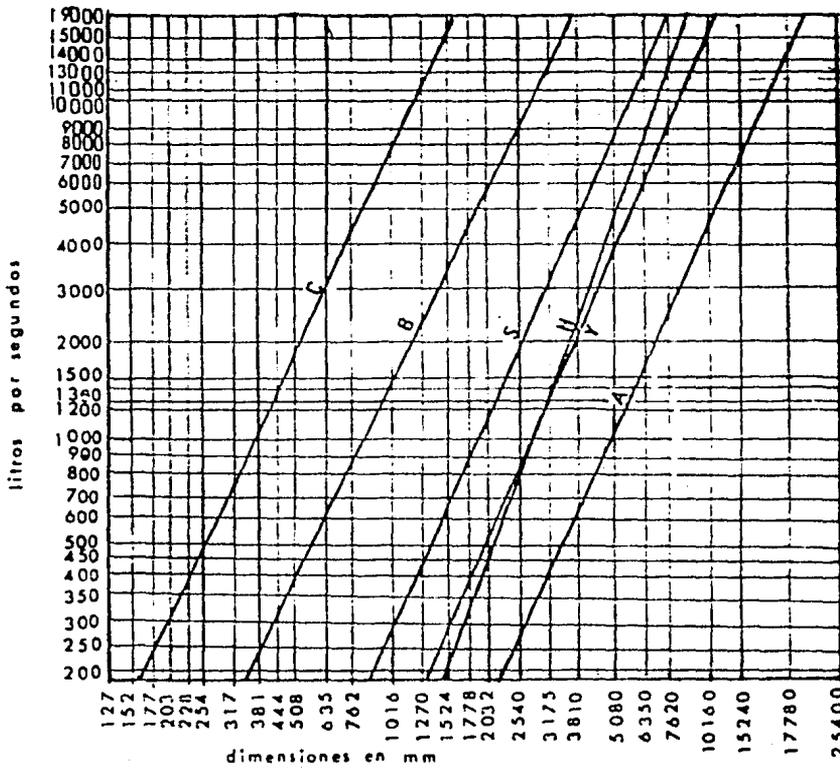
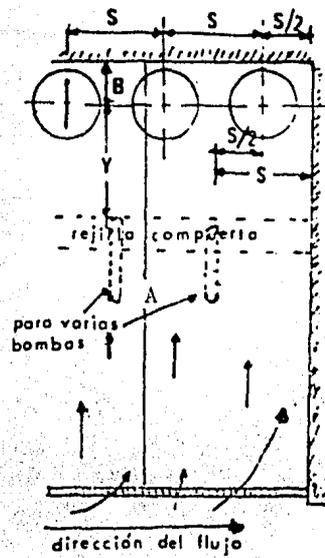
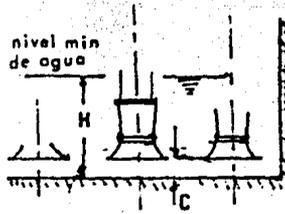


fig. 3.3.1.- dimensiones del cárcamo con relación al flujo. (2)

poner velocidades sincronicas calculadas de la siguiente manera :

$$n = \frac{120 f}{p} \quad \dots (3)$$

donde:

f - frecuencia en ciclos por segundo.

p - número de pares de polos del motor.

Por ejemplo , si el gasto que manejára una bomba de flujo axial , lo tuviera que manejar varias bombas de flujo mixto, el número de éstas seria grande y más grande seria éste número si se tratara de varias bombas de flujo radial. En base a éste razonamiento se hace el siguiente tanteo ; Primero para saber cuantas bombas podemos obtener se debe tener un parámetro de referencia, para poder comparar nuestros parámetros calculados, en éste caso nuestro parámetro de referencia es el gasto total (Qt) que van a manejar nuestras bombas de un cierto tipo. Este gasto es el gasto requerido por nuestras necesida -

des de bombeo y se llama gasto total (Qt).

Este gasto se divide entre el gasto obtenido a partir de la velocidad específica llamado gasto unitario (Qu) y se define como :

$$Q_u = \frac{N_s^2 H^{3/2}}{n^2}$$

donde :

Qu - gasto unitario manejado por la bomba en (m³/s).

Ns - velocidad específica óptima obtenida a partir de la figura 3.2 .

H - carga dinámica en (m) .

n - velocidad angular a la que va a girar la bomba en rpm .

El tanteo anterior se puede hacer en unidades métricas o inglesas, utilizando las unidades y velocidades específicas correspondientes, en donde :

$$N_s = n(\text{rpm}) \frac{\sqrt{Q(\text{GPM})}}{H^{3/4}(\text{ft})} = 52 n(\text{rpm}) \frac{\sqrt{Q(\text{m}^3/\text{s})}}{H^{3/4}(\text{m})}$$

$$N_s = 0.211 n \text{ (rpm)} \frac{\sqrt{Q \text{ (l/min)}}}{H^{3/4} \text{ (m)}}$$

El número de bombas que se necesitan aproximadamente para bombear la cantidad de agua requerida (Q_t), es igual a Q_t/Q_u , siendo estas bombas del tipo cuya característica nos la da la velocidad específica (N_s) seleccionada.

3.5.- Elementos de control y protección.

3.5.1.- Fontanería y válvulas.

En las descargas largas, ya sea que se trate de una sola unidad de bombeo o de varias unidades de bombeo conectadas a una tubería común, casi siempre es necesario el empleo de ciertos elementos cuyo objetivo, es controlar la descarga de las bombas, también es necesario el empleo de elementos que protejan la tubería y al equipo de bombeo en general, principalmente del fenómeno llamado golpe de ariete.

CAPITULO 2

ARREGLO DE CONJUNTO
DE UNA PLANTA DE
BOMBEO PARA AGUA DE
RIEGO

3.5.2.- Juntas flexibles.

Las juntas en una conducción son importantes para que la tubería pueda soportar diferentes efectos o fenómenos que sobre ella actúen.

a) Juntas de dilatación.

Las juntas de dilatación más comunes para tubería de acero es como la que se presenta en la figura 3.3 , en tanto para unir distintos tramos de tubería son como se muestra en la figura 3.4 , llamada junta dresser. Para tubería de diámetro pequeño se utiliza la junta mostrada en la figura 3.5 , llamada junta gibault, éstas juntas sirven para absorber desplazamientos de la tubería en dirección transversal y longitudinal. Para concreto , la junta más común es la que se presenta en la figura 3.6.

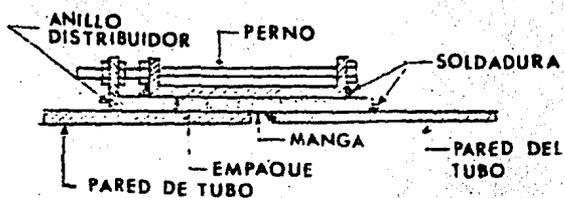


fig. 3.3.- junta para tubería de acero.

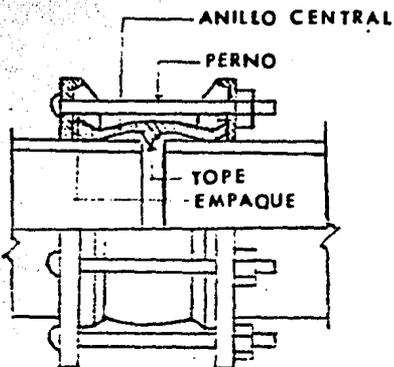


fig. 3.4.- junta dresser.

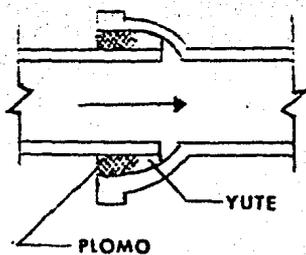


fig. 3.5.- junta gibault.

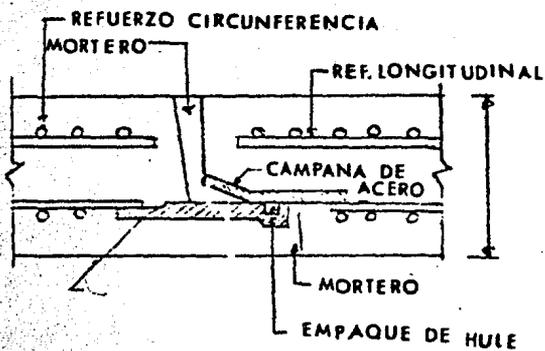


fig. 3.6.- junta para unir concreto.

3.5.3.- Válvulas eliminadoras de aire.

Las válvulas eliminadoras de aire (fig. 3.7) , se instalan en la línea de succión y descarga de las bombas, con el objeto de expulsar el aire retenido en la línea cuando la bomba no está trabajando. Esta expulsión, se efectúa luego de que el equipo inicia su operación. Se ubica inmediatamente a la descarga y succión de la bomba, generalmente después de la junta flexible, o también en los cambios bruscos de dirección de las líneas de conducción.

La válvula consiste en un depósito de forma tal que , ayuda al correcto desplazamiento del flotador, alojado dentro de ella. El flotador acciona una aguja y ésta ajusta en un asiento de forma apropiada de modo que al subir o bajar el flotador , deja expulsar o admitir aire contenido en la línea de conducción, que sale através del asiento de la aguja. Puede suceder que el propio flotador ajuste en asiento de forma tal que los dos se acoplan perfectamente dejando pasar el aire y no el líquido contenido en la línea.

La figura 3.7 presenta distintas clases de válvulas, señalando en éstas los asientos, agujas y elementos de la misma.

a) Modo de selección.

Los fabricantes proporcionan válvulas para trabajar a una cierta presión y gasto que maneja la línea de conducción. Debido a que la válvula va montada sobre la línea, ésta debiera ser del peso y diámetro adecuado de modo tal que la línea pueda soportarla sin el peligro de averías en la misma o ruptura por sobre carga.

3.5.4.- Válvula de retención.

Las válvulas de retención se usan con el objeto de retener la masa de aire que se encuentra en la tubería, cuando la bomba suspende su operación y con el fin de evitar esfuerzos excesivos en las bombas debido al fenómeno de golpe de ariete. Esto no quiere decir, que ésta válvula elimina el efecto de ese fenómeno, sino que so -

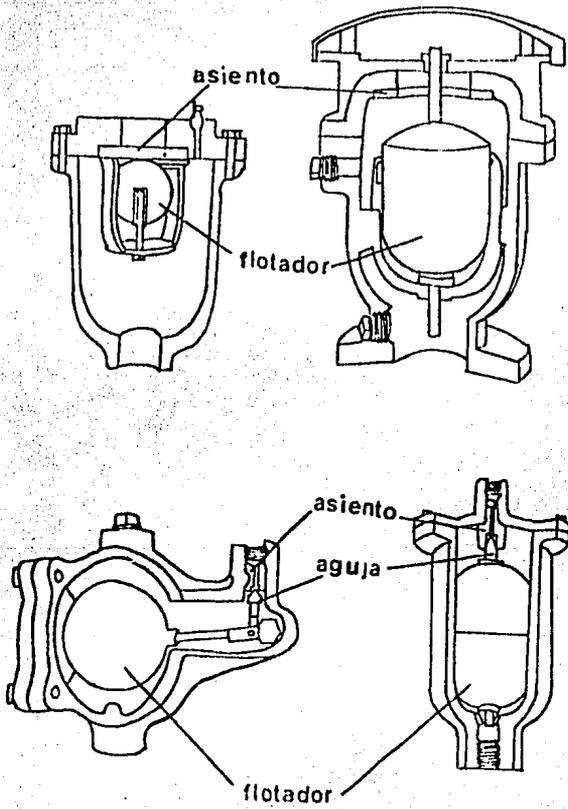


fig. 3.4.- válvula eliminadora de aire.

lamente lo atenúa. Estas válvulas son colocadas en equipos horizontales y verticales en las descargas de éstas, casi siempre después de la junta flexible.

3.5.4.1.- Tipos de válvulas de retención.

a) Válvula check de columpio.

Esta válvula (fig. 3.8) , posee un elemento de cierre vasculante que deja pasar el fluido en un solo sentido, de modo que el fluido empuja la compuerta hacia arriba, cuando la bomba está operando y cierra la compuerta cuando el fluido trata de regresar en sentido contrario (cuando la bomba deja de funcionar). Como se comprenderá , el cierre de la válvula es demasiado rápido y no representa molestias cuando el diámetro de la tubería es pequeño, pero cuando los diámetros de éstas son grandes , el cierre resulta ser demasiado violento, por lo que se recurre a colocar un contrapeso en la parte externa de la válvula, a fin de que cierre un poco más lento de lo normal.

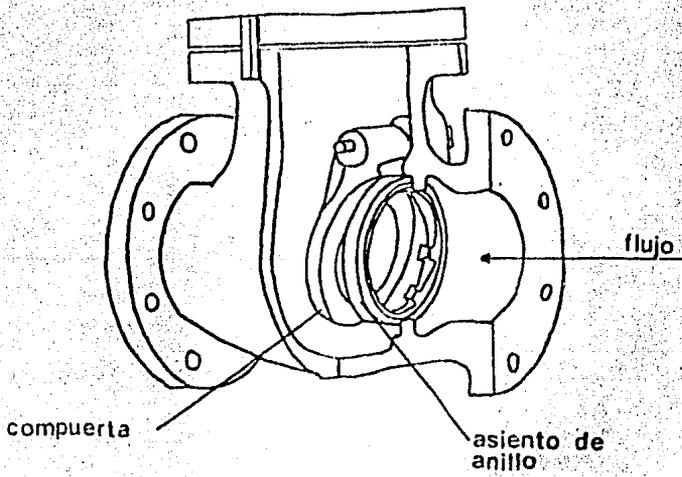


fig.3.8.- válvula check.

b) Modo de selección.

La selección y el tipo de válvula a escoger, depende de la operación de la planta y al costo de ésta dentro de cierta instalación. Como por ejemplo, si se tratara de tener las menores pérdidas posibles en la conducción, se tendrá que hacer el análisis y el arreglo de la línea para cuando se tengan los distintos tipos de válvulas. Si por el contrario no importando las pérdidas en la conducción, sino el costo, se tendrá que seleccionar la más barata. Todo depende de las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

3.5.5.- Válvula de compuerta.

Las válvulas de compuerta se emplean con objeto de aislar en un momento determinado, algún elemento o sección de la instalación para poder efectuar una reparación, inspección o dar mantenimiento, sin que se interrumpa totalmente el servicio de bombeo. Se llaman válvulas de compuerta, debido a que el elemento de cierre es

un disco que sube y baja por medio de un vástago y un volante. La compuerta al bajar queda incertada entre dos aros (formando un "sawwich"), a través de los cuales circula el agua. El disco puede ser de caras circulares, paralelas o tener cierto ángulo entre ellas para formar una especie de cuña circular.

3.5.5.1.- Tipos de válvulas de compuerta.

a) Válvula de vástago saliente.

Las válvulas de vástago saliente (fig. 3.9), constan de un elemento llamado vástago, que tiene la función de subir ó bajar el disco que sirve de compuerta para interrumpir o liberar el fluido. El vástago pasa por un buje que está en la parte superior de la válvula y en el cual se asienta el volante, que es una rueda con rayos y en su centro tiene una cuerda interior, que al girar hace bajar o subir al vástago. En éste tipo de válvulas, el vástago es el único elemento móvil, por lo tanto, es necesario para su instalación considerar un

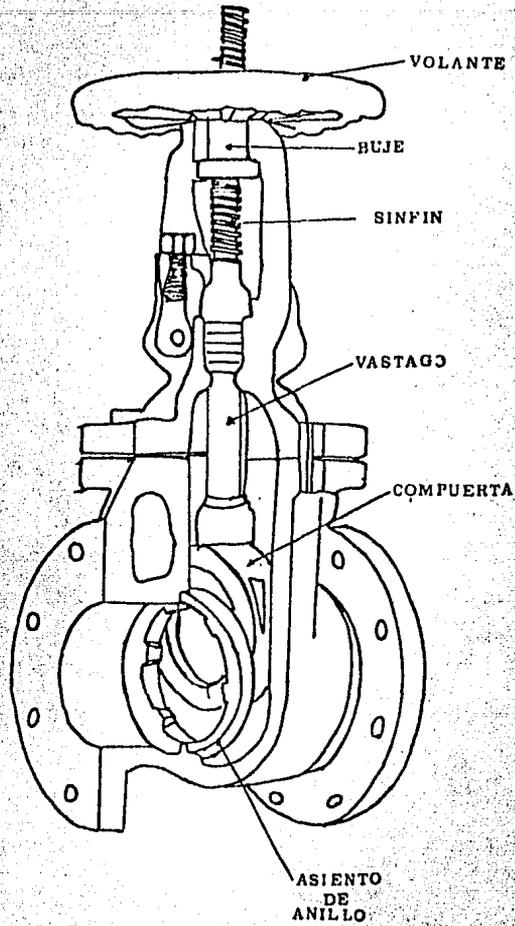


fig.3.9.- válvula de vástago saliente.

espacio adicional para que el vástago suba y baje libremente.

b) Válvula de vástago fijo.

En este tipo de válvula (fig. 3.10), la tuerca que hace subir o bajar al vástago está fija en el cuerpo de la válvula, como también el volante está fijo al vástago, de modo tal que, el volante al girar sube y baja junto con el vástago. En este tipo de válvulas, el espacio que se deberá dejar debe ser menor que el espacio escogido para la válvula de vástago saliente.

c) Modo de selección.

Su selección depende del tipo de fluido y de la presión que se tenga en la línea. Los fabricantes de válvulas hacen sus válvulas de acuerdo a rangos de presiones que se utilizan en la industria. Otro de los elementos de selección de éstas, es el tipo de material de la línea y del diámetro, ya que las válvulas se fabrican

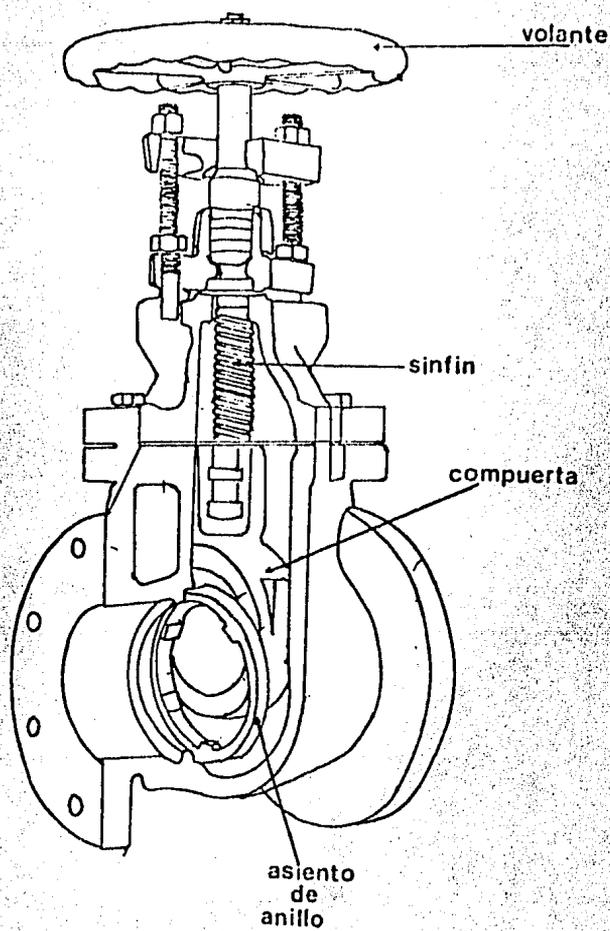


fig.3.10.- válvula de vástago fijo.

de bronce, acero o fierro fundido, pueden estar bridadas o tener cuerda interior para su instalación y acoplamiento en la tubería. El accionamiento de ellas puede ser manual, eléctrico (por medio de un motor) o neumático (por medio de un diafragma, acoplado al vástago), el diafragma sube o baja al vástago dependiendo de la cantidad de aire que se le inyecte dentro de la cámara donde está alojado. El accionamiento eléctrico puede ser por medio de un motor que hace girar un volante dentado y un piñón acoplado al eje del motor, o por medio de un solenoide.

3.5.6.- Válvula de mariposa.

La válvula de mariposa (fig. 3.11), puede sustituir a la válvula de compuerta cuando se requieran diámetros grandes y presiones bajas en la línea. Las válvulas de mariposa tienen la ventaja de ser más ligeras y angostas, son de menor tamaño y más baratas. Estas válvulas se operan por medio de una flecha que acciona un disco, haciéndolo girar (centrado en la válvula); la

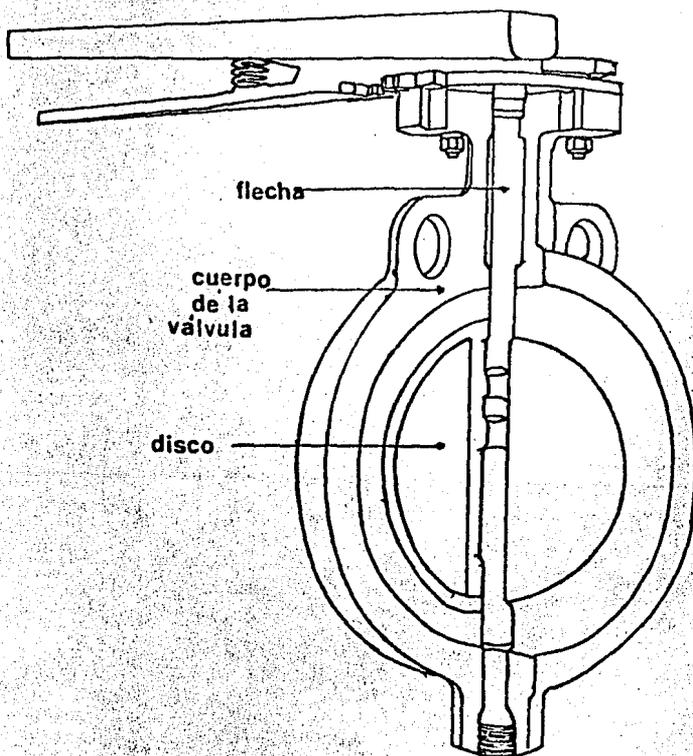


fig.3.11.- válvula de mariposa.

operación puede ser manual, semiautomática o automática, mediante dispositivos neumáticos, hidráulicos o eléctricos. El diseño hidrodinámico de la válvula permite emplearla como regulador de gasto y en ciertos casos para regular las descargas de las bombas.

3.5.7.- Válvula de alivio.

Las válvulas aliviadoras de presión (fig. 12), son empleadas para proteger al equipo de bombeo, las tuberías y demás elementos, contra la sobrepresión provocada por los fenómenos transitorios al arranque y paro de los equipos de bombeo.

Las válvulas de alivio están diseñadas, de tal manera, que pueden abrirse automáticamente y descargar al exterior cuando la presión en el sistema es mayor que aquella con la que fue calibrada, logrando así el abatimiento de la línea de presión. El cierre de éstas válvulas, también es automático y se logra cuando la presión en la línea llega a ser menor que la de su ajuste o calibración.

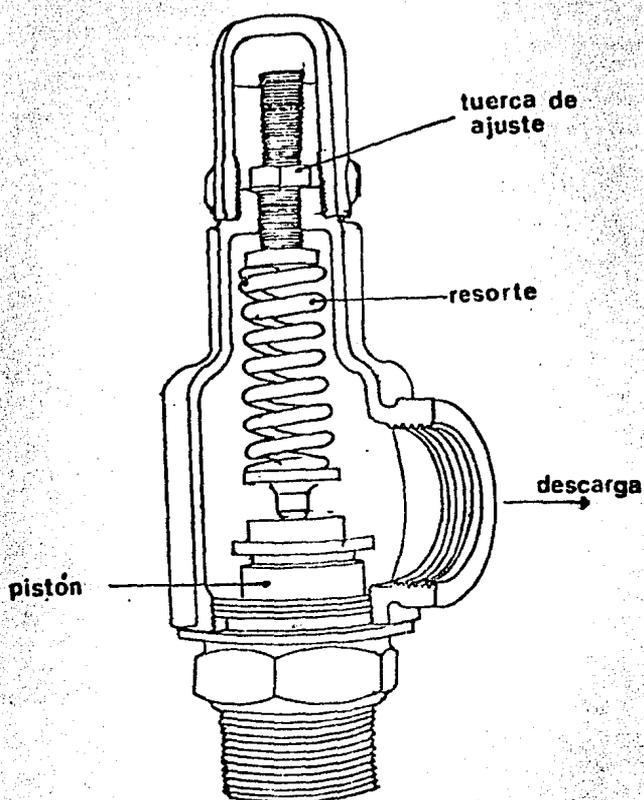


fig.3.12.- válvula de alivio.

De acuerdo a lo anterior, el empleo de ésta válvula dependerá de la magnitud de la sobrepresión que se tenga, debidas al golpe de ariete y de la conveniencia que implica desde el punto de vista económico.

Cuando la tubería es de grandes dimensiones lo más económico, es instalar una torre de oscilación que atenué el golpe de ariete. Las válvulas de alivio existen en el mercado, básicamente tienen el mismo principio de diseño y están constituidas en esencia, por dos partes; una corresponde al cuerpo de la válvula propiamente dicho y la otra formada por los mecanismos de control. En el cuerpo de la válvula se encuentra el elemento actuador, constituido por un pistón, cuya posición regula el funcionamiento de la válvula. El control del pistón se efectúa por medio de una válvula piloto calibrada, que actúa con una presión determinada y no es más que un diafragma acoplado a una válvula de aguja de precisión para pequeños fluidos. El piloto de la válvula, puede ser hidráulico, eléctrico o de ambos tipos. Las válvulas usadas con más frecuencia son las llamadas de pistón y diafragma.

Las dos funcionan satisfactoriamente, pero en algunos casos es recomendable la válvula con pistón, porque la otra requiere de servicio de mantenimiento más frecuente, debido a que el material de que está hecho el diafragma (hule o neopreno) se deteriora con facilidad por el tipo de fluido que se maneje.

a) Modo de selección.

Su diámetro se determina, en función al gasto que lleva la línea de conducción y de las presiones originadas por el golpe de ariete. Para su selección se recomienda consultar los catálogos de los fabricantes. Su ubicación en la línea de conducción es antes de la válvula check, o sea entre la válvula check y el múltiple o tubería común de descarga.

3.5.8.- Válvulas de globo.

La válvula de globo se emplea cuando se pretende controlar el flujo en una línea de conducción. Las vál -

vulas de globo al igual que las válvulas de compuerta , poseen un vástago que hace subir o bajar al elemento de cierre, en éste caso el elemento de cierre es un disco plano con uno de sus bordes biselados y acoplado al vástago de la válvula . El disco nosea un asiento de forma anular y en el cual asienta el disco, de tal forma que al acentar o subir el disco , obstruye o controla el flujo del agua, dependiendo de la altura del disco. La figura 3.13 representa como está construida una válvula de globo.

3.6.- Línea de conducción.

3.6.1.- Descargas cortas.

Cuando la descarga se hace inmediatamente después del cárcamo , lo más conveniente es que cada bomba, desfogue individualmente a un tanque o nileta, mediante una tubería que resulta ser corta y cuyo diámetro se elije igual al diámetro de la descarga de la bomba que , en el caso de las bombas verticales será del codo cabezal.

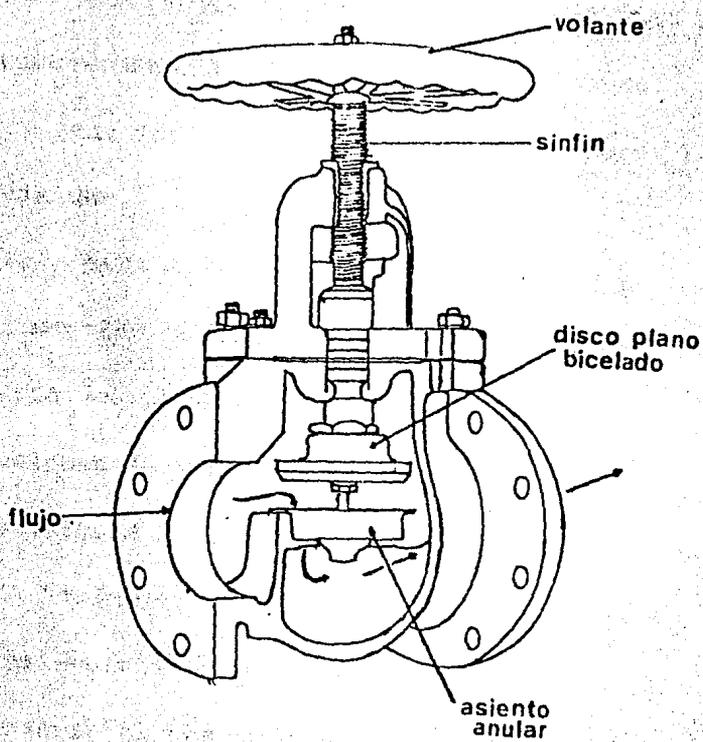


fig.3.13.- válvula de globo.

Esto se usa generalmente para evitar piezas especiales de reducción o ampliación que no se justifican dada la longitud de la tubería. En estos casos el fenómeno de golpe de ariete que se puede tener por el paro de las bombas no es considerable y los accesorios de protección como son; tanto para las bombas como para la tubería, se eliminan.

En general, para evitar que el impulsor de las bombas gire en sentido contrario al normal de trabajo, debido al regreso del poco volumen de agua retenido en la tubería y columna de succión; en el caso de bombas verticales los motores eléctricos están provistos de un control llamado "trinquete de no retroceso", en el caso de motores de combustión y bombas verticales, el cabezal de engranes es el que impide ese movimiento. Por otra parte el regreso de éste volumen de agua, ocasiona un lavado de los impulsores de la bomba, lo cual es beneficioso.

3.6.2.- Descargas largas .

Cuando la descarga se localiza lejos del equipo de bombeo y se tengan varias bombas , cada una puede descargarse independientemente , no obstante, es usual por razones económicas conectar a una tubería común de mayor diámetro y con ella conducir el gasto total hasta el sitio elegido. En ocasiones será necesario o conveniente más de una tubería común lo cual dependerá de la magnitud del gasto, del número de bombas y de la forma que se prevea para combinar la operación del sistema, de tal manera que el gasto suministrado esté de acuerdo con las necesidades de riego.

Las características de la tubería de descarga, como son : diámetro, material, espesor, etc., se determinan mediante un estudio técnico - económico que permita elegir aquella que ofrezca mayor seguridad contra los esfuerzos a que estará sometida, previendo todas las contingencias , pero además se tengan los mínimos costos , tanto iniciales como de conservación, así como los que se originan por pérdidas por fricción que se tengan.

Respecto al diámetro debe considerarse que para un gasto (Q) y clase de tubería dadas, en un menor diámetro se tiene mayores pérdidas de energía por fricción y consecuentemente, esto origina un aumento de la carga de la descarga del sistema y por lo tanto en la potencia requerida por la bomba, lo cual se traduce en aumento en los costos de operación. No obstante, el costo de esta tubería es menor y los accesorios como, válvulas, piezas especiales, etc., también lo serán. Una tubería de diámetro mayor, cuesta más inicialmente, pero al producirse en ella menos pérdidas de energía, se pueden tener un ahorro de potencia, que a la larga y en muchas ocasiones es mayor que el costo adicional en su precio inicial, comparadas con otras de menor diámetro.

Es recomendable en la elección del diámetro de la tubería de descarga, un análisis más o menos detallado, especialmente cuando se trate de una longitud grande, pues en ocasiones las pérdidas por fricción que se puedan tener en ella, ocasionan una variación en el valor de la carga manométrica, de tal forma, que pueda influir en la elección del tamaño del motor y el costo

operativo de la planta, ésto independientemente de otros factores intangibles del proyecto en cuestión.

En cuanto al material y espesor de la tubería , éstos dependerán principalmente de los esfuerzos a que estará sometida, debido a las presiones normales de trabajo y las que se tienen por producirse, el fenómeno llamado " golpe de ariete " que se presenta en el arranque y paro de las bombas. Las tuberías más frecuentemente usadas son las de asbesto-cemento, acero, fierro y concreto.

En varios proyectos, la clase de tubería se elije de inmediato, al conciderarse las presiones que se tienen en el sistema , los diámetros y resistencias de las tuberías que existen en el mercado mediante un cálculo sencillo.

3.7.- Análisis de pérdidas en la línea de conducción.

Existen dos tipos de pérdidas en la línea de conducción, éstas son las siguientes:

a) Pérdidas primarias .

Las pérdidas primarias son pérdidas por fricción en la línea de conducción de los tramos rectos.

b) Pérdidas secundarias.

Las pérdidas secundarias son pérdidas por fricción debidas a los accesorios propios de la línea de conducción, como pueden ser, válvulas , codos, tes, etc.

Uno de los métodos para poder cuantificar éstas pérdidas es por medio de la longitud equivalente, que a continuación se enuncia :

De la gráfica 3.3 podemos obtener los valores de pérdidas por fricción para agua limpia y circulando a través de tubería de acero nueva (cédula 40) con una rugosi -

dad relativa de 0.00004572 m (0.00015 ft).

Se recomienda incrementar los valores en un 15 % de longitud equivalente para tener un cierto margen de seguridad en el cálculo.

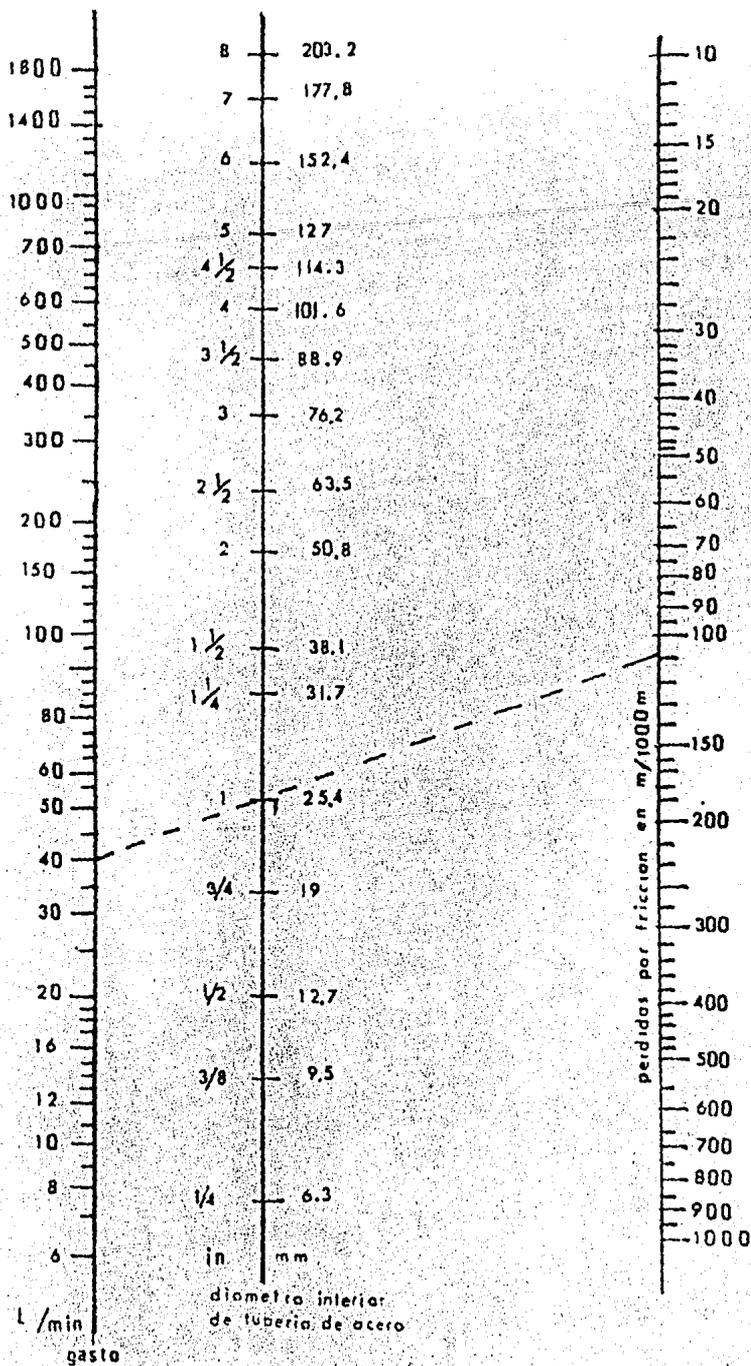
Los valores se dan en m por cada 1000 m de tubería recta. En lo que se refiere a la edad de la tubería, el deterioro de la tubería depende de la química del líquido y del metal con el cual está en contacto.

Los efectos del deterioro en la rugosidad son tan inconsistentes, que es imposible preparar tablas para incluir éste factor. Se recomienda tomar en cuenta las experiencias anteriores que se tengan con respecto al líquido manejado.

3.7.1.- Cálculo de pérdidas primarias (uso de la gráfica 3.3).

Para obtener la longitud equivalente para tubería de acero, seguimos el siguiente procedimiento:

- a) Se localiza el diámetro de la tubería de la cual se requiere saber la longitud equivalente (está



Gráfica 3.3.- nomograma para cálculo de pérdidas. (4)

expresada en pulgadas o milímetros) .

- b) Se localiza en el eje de gastos , el gasto que conduce la tubería del inciso (a) , en litros por minuto.
- c) Se localizan éstos dos puntos y se unen por medio de una línea, la cual se intercentra con el eje de pérdidas, en éste punto se lee la cantidad de pérdidas que se tiene en ese tramo recto de tubería nueva de acero.

Como por ejemplo : las pérdidas para un tramo recto de tubería de acero de 25.4 mm (1 pulg) son 110/1000 m y para una válvula de compuerta del mismo diámetro será de 0.35 (de la tabla 3.1) , por lo tanto, la longitud equivalente para una válvula de compuerta de ese diámetro será de $0.35 \times 110/1000 \text{ m} = 0.0385 \text{ m}$.

DIAMETRO NOMINAL		CODO DE 45°	CODO DE 90° STANDARD	CODO DE 90° RADIO GRANDE	TEE	TEE	TUERCA DE UNO	COUPLE
mm	in							
13	1/2	0.25	0.47	0.32	0.32	0.55	0.32	0.32
19	3/4	0.33	0.63	0.42	0.42	1.26	0.42	0.42
25	1	0.42	0.80	0.53	0.53	1.80	0.53	0.53
32	1 1/4	0.56	1.06	0.70	0.70	2.10	0.70	0.70
38	1 1/2	0.65	1.22	0.82	0.82	2.45	0.82	0.82
50	2	0.84	1.58	1.05	1.05	3.15	1.05	1.05
64	2 1/2	1.00	1.88	1.25	1.25	3.76	1.25	1.25
75	3	1.24	2.33	1.56	1.56	4.60	1.56	1.56
100	4	1.63	3.08	2.05	2.05	6.14	2.05	2.05
125	5	2.05	3.84	2.56	2.56	7.69	2.56	2.56
150	6	2.46	4.62	3.08	3.08	9.24	3.08	3.08
200	8	3.24	6.08	4.05	4.05	12.16	4.05	4.05
250	10	4.07	7.63	5.09	5.09	15.27	5.09	5.09
300	12	4.05	9.10	6.06	6.06	18.18	6.06	6.06

DIAMETRO NOMINAL		VALVULA COMPUERTA	VALVULA DE GLOBO			VALVULA DE "CHECK"			VALVULA DE MACHO
mm	in		ASIEN TO SIN GUIA	ASIEN TO CON GUIA	HORIZONTAL DE CHARNELA	TIPO GLOBO SIN GUIA	TIPO GLOBO CON GUIA		
13	1/2	0.21	5.37	7.11	2.13	5.37	7.11	0.28	
19	3/4	0.27	7.12	9.42	2.83	7.12	9.42	0.38	
25	1	0.35	9.06	11.99	3.60	9.06	11.99	0.49	
32	1 1/4	0.46	11.92	15.77	4.73	11.92	15.77	0.63	
38	1 1/2	0.53	13.90	18.40	5.52	13.90	18.40	0.74	
50	2	0.68	17.55	23.63	7.09	17.55	23.63	0.95	
64	2 1/2	0.82	21.32	28.22	8.47	21.32	28.22	1.13	
75	3	1.01	26.50	35.07	10.52	26.50	35.07	1.40	
100	4	1.33	34.77	46.02	13.81	34.77	46.02	1.84	
125	5	1.67	43.59	57.69	17.31	43.59	57.69	2.31	
150	6	2.00	52.38	69.32	20.80	52.38	69.32	2.77	
200	8	2.64	68.92	91.22	27.37	68.92	91.22	3.65	
250	10	3.31	86.53	114.53	34.56	86.53	114.53	4.59	
300	12	3.94	103.10	136.45	40.94	103.10	136.45	5.46	

tabla 3.1.- coeficiente de pérdidas en accesorios.(5)

3.8.- Canal de llamada.

3.8.1.- Dimensionamiento del canal de llamada.

Para la selección de la sección transversal del canal de llamada se elige el menor perímetro mojado y la facilidad de su construcción. Se selecciona el menor perímetro mojado debido a que se tienen menos pérdidas por fricción en la conducción del agua a través del canal.

Generalmente los canales se contruyen con una sección transversal en forma trapezoidal, porque tiene la característica de tener el menor perímetro mojado que otras secciones. Su construcción es más fácil que las demás secciones debido a que sus paredes laterales no son verticales ni curvas (las cuales son propensas a derrumbes) sino que tienen cierto ángulo de inclinación y depende de la profundidad del canal marcada con la letra " Y " , mostrada en la tabla 3.3, así como las secciones transversales en función de ella. En la tabla 3.4 se muestra el área y el perímetro mojado óptimos.

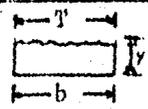
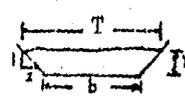
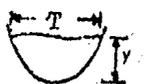
SECCION	AREA A	PERIMETRO MOJADO P	RADIO HIDRAULICO R	ANCHO SUPERIOR T	PROFUNDIDAD HIDRAULICA D	FACTOR DE SECCION Z	
	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b	y	$by^{1.5}$	
	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$	$\frac{(b+zy)y}{b+2zy}$	$\frac{\{(b+zy)y\}^{1.5}}{\sqrt{b+2zy}}$	
	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$	$1/2 y$	$\frac{\sqrt{2}}{2} zy^{2.5}$	
	$1/8(0-\text{sen}\theta)d_0^2$	$1/2\theta d_0$	$1/4\left(1-\frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right)d_0$	$(\text{sen } 1/2\theta)d_0$	$\frac{\delta}{2\sqrt{y}(d_0-y)}$	$1/8\left(\frac{0-\text{sen}\theta}{\text{sen } 1/2\theta}\right)d_0$	$\frac{\sqrt{2}}{32} \frac{(0-\text{sen}\theta)^{1.5}}{(\text{sen } 1/2\theta)^{0.5}} d_0^{2.5}$
	$2/3 Ty$	$\pi + \frac{8}{3} \frac{z}{T}$	$\frac{2T^2y}{3T^2 + 8y^2}$	$\frac{3}{2} \frac{A}{y}$	$2/3 y$	$2/9 \sqrt{6} Ty^{1.5}$	

Tabla 3.3.- Secciones transversales de canales. (6)

SECCION TRANSVERSAL	AREA A	PERIMETRO MOJADO P	RADIO HIDRAULICO R	ANCHO SUPERIOR T	PROFUNDIDAD HIDRAULICA D	FACTOR DE SECCION Z
TRAPEZOIDAL, MITAD DE UN EXAGONO.	$\sqrt{3} \cdot y^2$	$2\sqrt{3} \cdot y$	$1/2 \cdot y$	$4/3 \cdot \sqrt{3} \cdot y$	$3/4 \cdot y$	$3/2 \cdot y^{2.5}$
RECTANGULAR, MITAD DE UN CUADRADO.	$2 \cdot y^2$	$4 \cdot y$	$1/2 \cdot y$	$2 \cdot y$	y	$2 \cdot y^{2.5}$
TRIANGULAR, MITAD DE UN CUADRADO.	y^2	$2\sqrt{2} \cdot y$	$1/4\sqrt{2} \cdot y$	$2 \cdot y$	$1/2 \cdot y$	$\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot y^{2.5}$
SEMICIRCULAR	$\frac{\pi}{2} \cdot y^2$	$\pi \cdot y$	$1/2 \cdot y$	$2 \cdot y$	$\frac{\pi}{4} \cdot y$	$\frac{\pi}{4} \cdot y^{2.5}$
PARABOLICA $T = 2\sqrt{2} \cdot y$	$4/3\sqrt{2} \cdot y^2$	$8/3\sqrt{2} \cdot y$	$1/2 \cdot y$	$2\sqrt{2} \cdot y$	$2/3 \cdot y$	$8/9\sqrt{3} \cdot y^{2.5}$

tabla 3.4.- Secciones hidráulicas óptimas (6)

CAPITULO 4

PROYECTO ELECTRICO

Capítulo 4.- Proyecto eléctrico.

4.1.- Subestación para una planta de bombeo.

En los medios rurales, para evitar la construcción de una caseta transformadora con objeto de reducir los gastos de instalación y lograr un costo de ésta que permita la rentabilidad del suministro de energía, se ha venido montando, desde hace varios años, estaciones transformadoras para trabajar a la intemperie siendo la construcción frecuente la presentada en la figura 4.1. En ella, tanto el transformador como los aparatos y accesorios, van dispuestos como se ve en la figura 4.1, por lo que se refiere al aislamiento para trabajar al exterior. Los aisladores están dispuestos y provistos de campanas y su posición es la conveniente para soportar la lluvia. El transformador va colocado en una plataforma de madera impregnada : montada sobre dos postes de madera. La instalación eléctrica es sencilla y corresponde al esquema que se muestra en la figura 4.2. Está compuesta por el transformador, tres seccionadores, tres

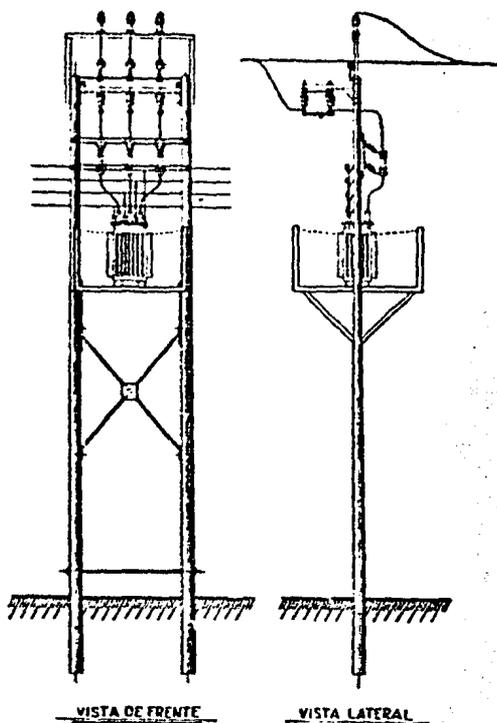


fig.4.1.- estación transformadora de intermedia para instalación rural.

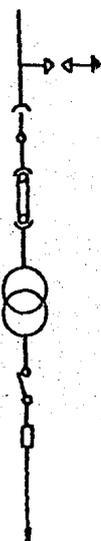


fig.4.2.- esquema de conexiones de los aparatos para un estación transformadora.

fusibles y tres apartarrayos autovalvulares.

Para facilitar la situación de los apartarrayos, los limitadores de sobre tensiones suelen colocarse a veces en el poste de alta tensión inmediato, aún cuando lo conveniente es disponerlos próximos al transformador protegido.

Los conductores principales van provistos de fusibles aéreos y algunas veces llevan en el interior de un armario de madera los citados fusibles, con interruptores tripolares de baja tensión, que es conforme a lo representado en el esquema de la figura 4.2; como se comprende, ésta clase de estaciones transformadoras tienen reducida potencia y son empleadas con medianas tensiones.

Para evitar la reposición de los postes de madera, suelen también montarse sobre apoyos de hormigón armado y otras veces se intalan los transformadores en estructuras metálicas, las cuales están construidas por perfiles laminados de reducida sección, habida cuenta de los pequeños esfuerzos a que aquella se hallará sometida.

4.2.- Memoria descriptiva de una subestación para una - planta de bombeo para riego.

La función de la subestación es de recibir energía a tensiones elevadas excesivas para su uso directo, y suministrarla a otras tensiones e incluso a otras frecuencias que pueden ser necesarias en la zona servida.

La subestación puede reducirse a una simple estación transformadora, que reciba la energía a 23000 volts por ejemplo, y la transforme a 220 volts para la distribución general.

El alumbrado y la fuerza motriz deben suministrarse separadamente, si es posible, para evitar oscilaciones de la luz cuando un motor se pone en marcha o se desconecta la línea. En general se emplean transformadores de la tensión intermedia a 220/440 volts para fuerza motriz y 220/110 volts para alumbrado. La posibilidad de que los conductores de baja tensión se ponen en contacto con los de alta exponiendo los consumidores a un grave peligro, hace necesario que uno de los conductores del secundario del circuito de alumbrado, generalmente el neutro esté en contacto a tierra en cada instalación.

Para el cálculo de una subestación se necesita conocer la potencia requerida a consumir para toda la planta (incluyendo, alumbrado, motores y aparatos de medición).

El principal elemento de la subestación es el transformador y éste deberá estar calculado de modo tal que tenga una capacidad igual o mayor a la potencia requerida a suministrar o transformar un voltaje apropiado a las necesidades de la planta sin fallar por sobrecarga o corto circuito que afecte el funcionamiento de éste . En la práctica los transformadores se seleccionan de acuerdo al rango de potencia requerida y condiciones de operación de éstos.

Las subestaciones para las plantas de riego son generalmente del tipo intemperie y deberán de contener los elementos indispensables para su funcionamiento como ya fué expuesto con anterioridad.

4.3.- Tipos de subestaciones.

Las subestaciones se pueden clasificar en dos - grandes grupos :

Subestación intemperie.

Subestación interior.

4.3.1.- Subestación intemperie.

La subestación intemperie, es aquella destinada a la transformación del voltaje y en la cual sus elementos estarán expuestos a las inclemencias del tiempo, tales - como lluvia, nieve, viento, etc., por lo cual éstos elementos tendrán una característica más resistente que los elementos que componen una subestación interior y por lo mismo mucho más caro.

A continuación se presentaran las subestaciones al intemperie y posteriormente se enunciaran las subestaciones interiores.

a) Subestación intemperie en marco de poste.

En la figura 4.3 se muestra la subestación más sencilla, que consta de un marco formado por dos postes de concreto o fierro, con traveses de vigueta de fierro para rematar la línea de acometida con aisladores de tensión, con ganchos, calaveras, ernos de ojo y grapas rectas de remate. Estas subestaciones se emplean para cuando se tienen requerimientos de 12 a 67 KV.

b) Subestación intemperie en estructura metálica protegida con interruptor de potencia.

Si la calidad del servicio y la capacidad del transformador lo requiera, la construcción de la subestación tendrá un diseño semejante al dibujo de la figura 4.4. Sigue siendo una instalación a la intemperie, con una estructura metálica en marco, construida de fierro estructural, armada de celosía, en la que se remata la línea aérea de alta tensión, con los mismo herrajes del caso anterior, y cambio de grapa recta de remate.

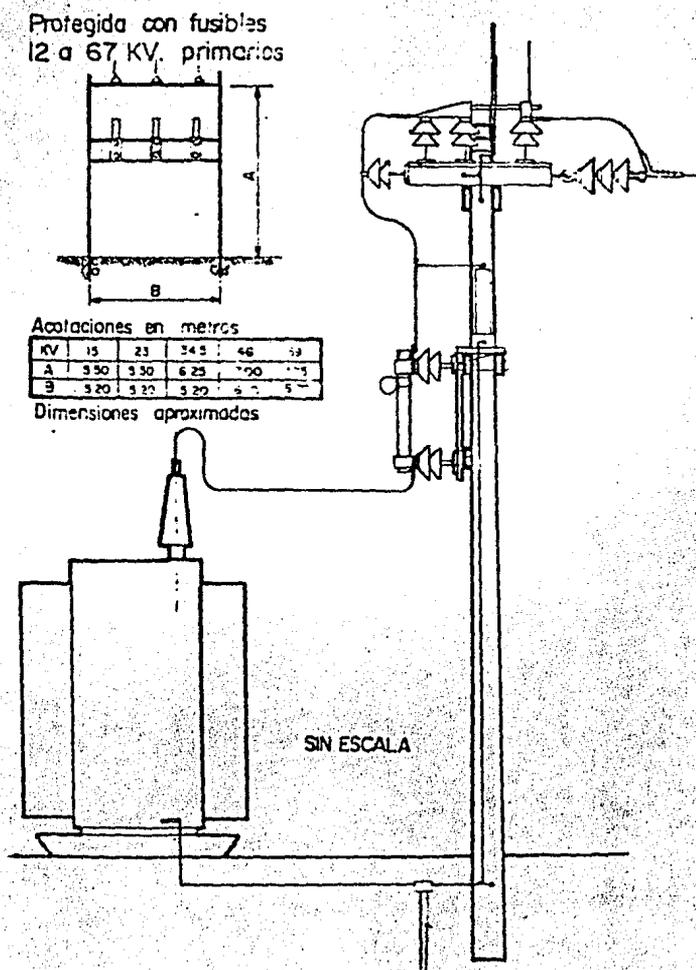


fig. 4.)- subestación intemperie en marco de postes.

Protección con interruptor de potencia
Tensión primaria 15-67KV.

Dimensiones aproximadas.

kV	A	B	C
11.4	1.50	1.80	1.80
23.0	6.20	3.20	2.90
34.5	7.20	3.20	2.00
46.0	7.75	6.10	2.15
69.0	8.50	6.70	3.20

Anotaciones en metros.

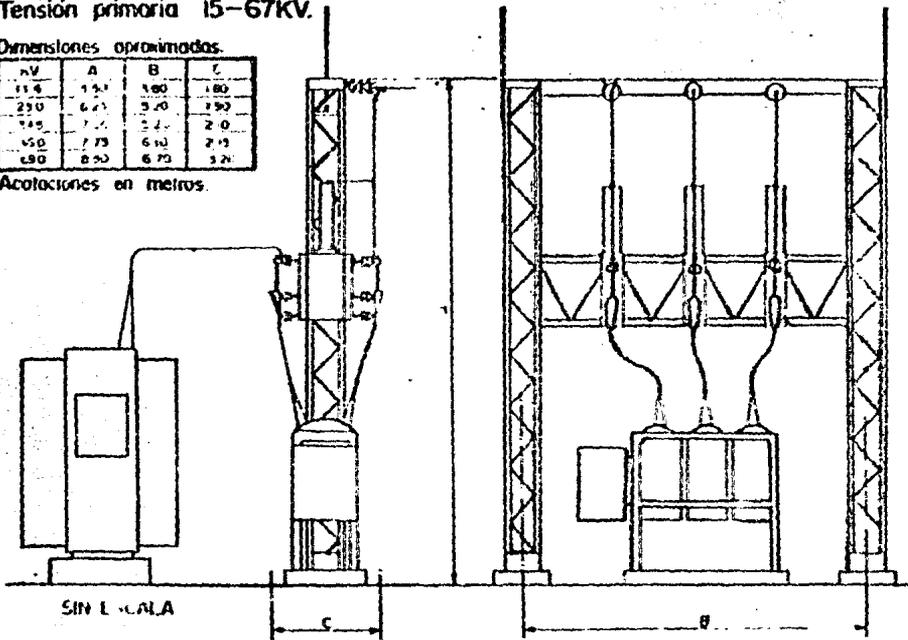


fig. 4.4.- subestación intemperie en estructura metálica.

A diferencia de la instalación anterior, en éste caso los cortacircuitos fusibles se sustituyen por un interruptor trifásico de operación automática por operación de relevadores de sobre carga.

Sobre una base de concreto a ras del piso, estará colocado un interruptor de potencia precisamente debajo de las cuchillas desconectadoras .Este interruptor, que contará con transformadores de corriente y con relevadores de sobre tensiones entre fase y tierra , instalados en el gabinete del interruptor o en un tablero de control remoto , constituye el elemento de protección de sobrecorriente , para librar cualquier falla en el transformador. Estas subestaciones se utilizan para cuando se requieran tensiones de 15 a 67 KV.

4.3.2.- Subestaciones interiores.

Si la contaminación ambiental es fuerte, puede darse el caso de que la subestación se construya bajo techo. En ésta los elementos desconectores y de protección de sobrecorriente y de sobretensión se instalan sobre el elemento estructural alojados en celdas dentro de algún edificio .

En general, las características del equipo y la distribución de los diferentes elementos es muy similar a las subestaciones intemperie descritas , con salvedad de que al no estar expuestos a las inclemencias del ambiente , pueden emplearse separaciones más pequeñas , menor nivel de aislamiento, equipo eléctrico más económico por ser del tipo interior, etc. El mismo transformador puede quedar bajo techo. En el caso de que el transformador se instale en el exterior, la conexión entre éste y el interruptor se ejecutará con cable aislado instalado en ducto subterráneo.

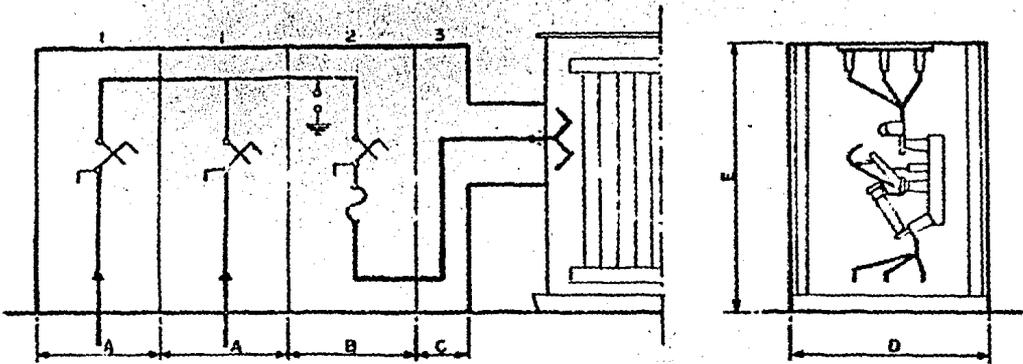
- a) Subestación compacta interior con cuchillas de operación con carga.

Si la subestación es del tipo interior de una tensión de 34.5 KV o menos , es usual utilizar una subestación compacta constituida por gabinete de lámina de acero fabricada en secciones que contiene los diferentes elementos.

En la figura 4.6, se muestra el arreglo más sencillo en el que se emplea una combinación de interruptor de aire, fusible de potencia y relevadores de sobrecorriente. La alimentación puede ser por dos lados, puede transferirse a cualquiera de las acometidas, empleandose la segunda como reserva.

Para la conexión y desconexión de las líneas, se emplean cuchillas de operación con carga, con capacidad de interrupción de corriente nominal. La protección del transformador se logra por medio de una combinación de fusibles e interruptores en aire, que en realidad es una cuchilla desconectadora con carga, provista de relevadores de sobrecarga. La protección contra corto circuito -

se logra con los fusibles de alta capacidad interrumpida; La fusión de cualquiera de los fusibles provoca la interrupción tripolar del interruptor. La protección contra la sobrecarga del transformador se logra por la apertura del interruptor en aire, activado por la operación de relevadores termomagnéticos previstos para éste propósito.



Dimensiones aproximadas.
SIN ESCALA.

Dimensiones mm	13.2 KV	23.0 KV	3-15 KV
A	1300	1600	1800
B	1100	1300	1600
C	800	800	800
D	2000	2000	2000
E	2400	2600	3100

- 1.—Celda de alimentación.
- 2.—Celda de interrupción.
- 3.—Celda de acoplamiento.

fig.4.6.- subestación compacta interior.

CAPITULO 5

INSTALACIONES SANITARIAS

pítulo 5.- Instalaciones sanitarias.

Las instalaciones sanitarias, son aquellas cuyo -
objetivo es el de retirar de las instalaciones en forma
segura y económica, las aguas residuales y pluviales.

5.1.- Aguas residuales.

Las aguas residuales son aquellas que han cumplido
con una función de saneamiento o higiene , dentro de una
instalación y se dividen en aguas negras, aguas grises y
aguas jabonosas.

a) Aguas negras.

Son aguas descargadas por excusados y mingitorios.

b) Aguas grises.

Las aguas grises son las que han sido desechadas de
vertederos y tanjas.

c) Aguas jabonosas.

Las aguas jabonosas son las que provienen de regaderas, lavabos o fregaderos.

d) Aguas pluviales.

Son volúmenes de agua debido a las lluvias.

5.2.- Tubería de ventilación.

La tubería de ventilación es un ramal auxiliar de la tubería de descarga y sirve para romper el vacío provocado por la descarga de los muebles sanitarios, protegen sellos de agua y disminuir los gases de descomposición. Esta línea deberá estar conectada a la línea de descarga de cada uno de los muebles formando un anillo el cual descargará a la atmósfera.

5.3.- Instalaciones hidráulicas.

Las instalaciones hidráulicas son aquellas cuyo

objetivo es el de suministrar agua limpia a los distintos muebles sanitarios.

a) Alimentación.

El agua para servicios se puede tomar de la red municipal, si ésta existe o en su defecto de una línea o derivación de 19 mm (3/4 ") de diámetro, para llenar un tanque elevado y de aquí distribuir a los servicios propios de la planta.

b) Materiales de tuberías.

Las tuberías de alimentación por lo general son de PVC, Fe y Cu. Pero lo más recomendable es la tubería de cobre tipo "M", dado que su vida útil es muy grande y su instalación es muy sencilla.

5.4.- Método para el cálculo de la tubería de suministro y descarga.

a) Número de unidades mueble.

Una vez definida la cantidad total y tipo de accesorios a instalarse, se determinará el número de unidades mueble a partir de un equivalente dado por el manual NATIONAL PLUMBING CODE (ver Tabla 5.1).

5.4.1.- Gasto máximo instantáneo.

Habiendo determinado la cantidad total de unidades mueble instaladas y consultando la curva del NATIONAL PLUMBING CODE, se determinará el gasto máximo instantáneo requerido por éstas (ver gráfica 5.1).

5.4.2.- Diámetro de alimentación para los accesorios.

El diámetro de la tubería de alimentación a cada accesorio depende del tipo de mueble. Para nuestro caso

éstas se obtendrán de las recomendaciones dadas por el -
NATIONAL PLUMBING CODE (ver tabla 5.1).

5.4.3.- Diámetro de la tubería de descarga.

La determinación del diámetro de la tubería de -
descarga para cada accesorio, se determinará por reco -
mendaciones del NATIONAL PLUMBING CODE (ver tabla 5.1).

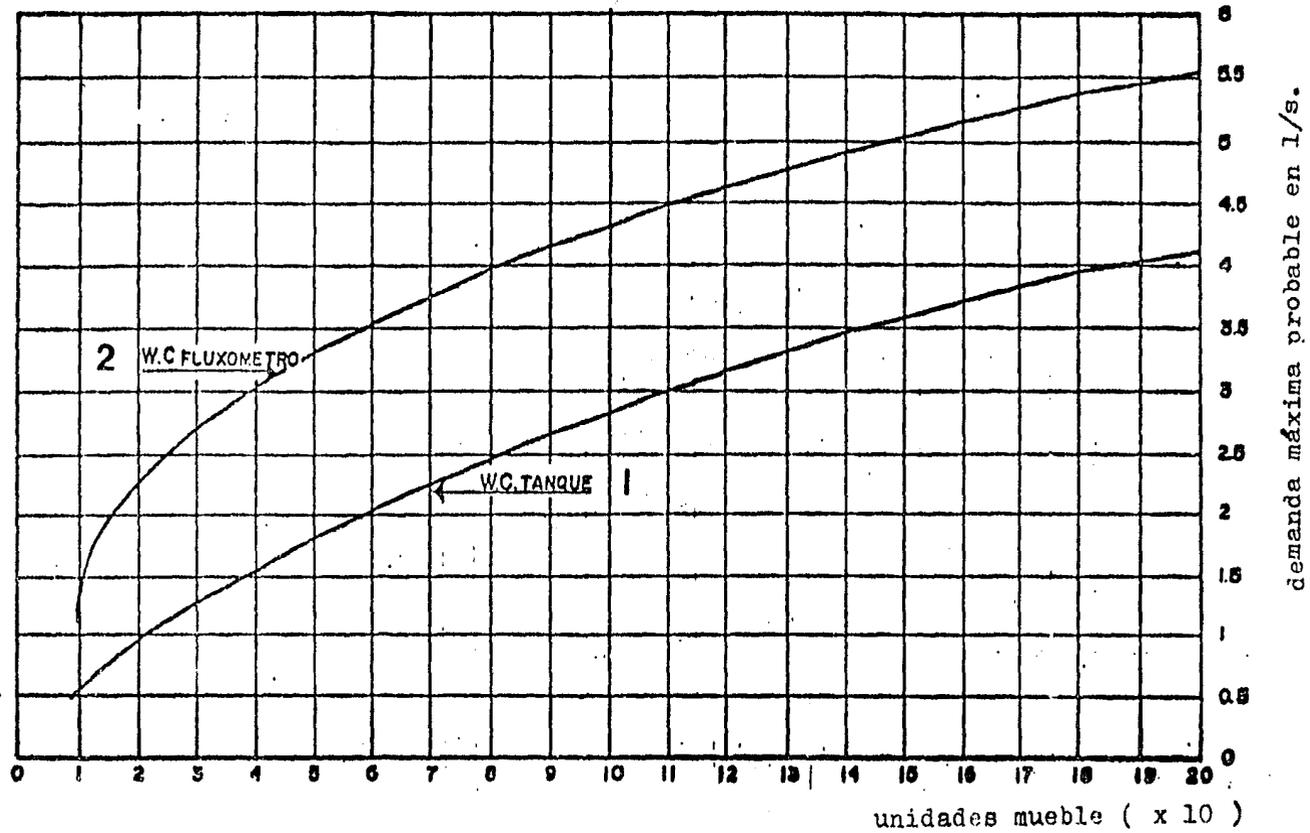
El diámetro de la tubería principal que va a reco-
lectar la descarga de todos los accesorios, se determi -
nará en función del número de unidades mueble que se -
acumulen.

CARACTERISTICAS DE OPERACION DE ARTEFACTOS

ARTEFACTOS	DIAMETRO MINIMO		DE TUBERIA		presión (kg/cm ²)	gasto (l/min)	suministro		descarga u.mueble
	SUMINISTRO (mm)	(in)	DESCARGA (mm)	(in)			U. mueble pub.	priv.	
Excusado	13	1/2	75	3	0.1	15	5	3	4
Excusado V.D.	25	1	75	3	1.1	110	10	6	8
Mingitorio	13	1/2	40	1 1/2	0.6	15	3	2	4
Mingitorio V.D.	25	1	50	2	1.1	60	5		8
Mingitorio V.D.(pie)	54	2	75	3	1.1	60	10		2
Lavabo	13	1/2	32	1 1/4	0.6	15	2	1	2
Tina	13	1/2	40	1 1/2	0.4	25	4	2	3
Regadera	13	1/2	50	2	0.6	20	4	2	3
Fregadero	13	1/2	40	1 1/2	0.4	15	4	2	3
Lavadero	13	1/2	32	1 1/4	0.4	20		3	3
Manguera	13	1/2			2.2	20		4	1
Coladera			50	2					2

V.D. = Válvula de descarga o fluxómetro.

fuente: National Plumbing Code.



gráfica 5.1.- curva para determinar el gasto máximo probable en redes hidráulicas y sanitarias. (7)

CAPITULO 6

PROTECCION CONTRA

INCENDIOS

Capítulo 6.- Protección contra incendios .

6.1.- Clasificación de los extinguidores.

La Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS) nos proporciona la siguiente clasificación de extinguidores:

Las letras " A " , " B " , " C " indican la clase de fuego a extinguir, para lo que fué fabricado cada extinguidor.

a) Fuego clase " A " .

Es el fuego que ocurre en materiales sólidos, tales como fibras textiles, papel, madera y basura, el uso del agua es eficaz para la extinción de éste tipo de fuego.

b) Fuego clase " B " .

Es aquel que se produce en la mezcla de un gas, tal 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.

c) Fuego clase " C " .

Se llama así aquel que ocurre por fallas (líneas sobrecargadas, corto circuito, etc.) en el equipo eléctrico.

6.2.- Extinguidores para fuego clase " A " .

a) Extinguidores de agua.

Utilizan como agente extinguidor el agua y pueden contener agentes humectantes que sirven para quitar la tensión superficial al objeto, con el propósito de darle mayor penetración al agua en el material combustible de ignición. Se fabrican en capacidades de 9.6 ls. (fig. 6.1).

Existen tres tipos de ellos, de acuerdo con el sistema de operación que emplean:

1) El de bombeo.- que se activa con una bomba manual de

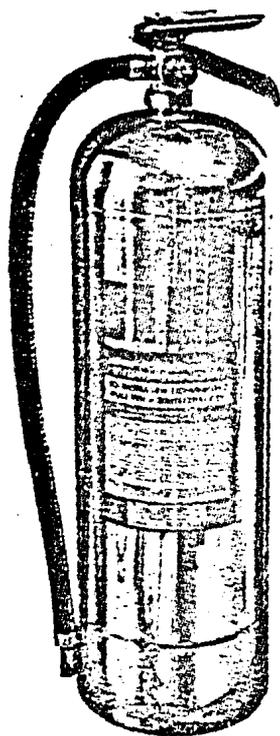


fig. 6.1.- extinguidor de agua.

pistón. Su alcance es de aproximadamente de 6 m hasta 20 m .

2) El de cartucho de gas.- que se maneja mediante la ruptura de un cartucho que contiene gas a presión, generalmente bióxido de carbono, sirviendo éste gas para originar una presión que expulsa el agua contenida en el cuerpo del aparato.

3) El de presión interior o presurizado.- que funciona por la liberación súbita de la presión contenida en el interior del aparato al mover una válvula. El alcance de éstos aparatos es de 12 a 15 m.

6.3.- Extinguidores para fuego clase " BC " .

a) Extinguidores de bióxido de carbono.

Utilizan como agente extinguidor al gas bióxido de

carbónico o gas carbónico, introducido en el aparato en forma líquida a una presión aproximada de 60 Kg/cm^2 presión que sirve para desalojar el gas de su recipiente.

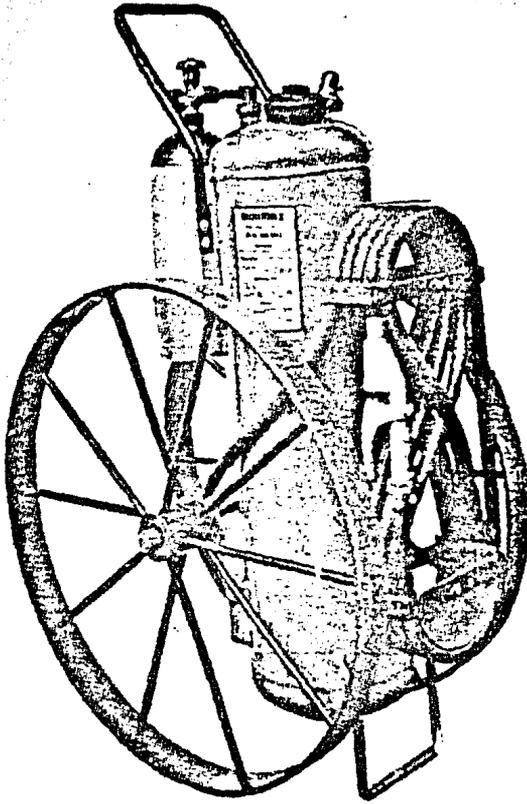
Se fabrican en las siguientes capacidades: 1.1, 2.2, 4.5, 6.8, 9.1 y 11.3 Kg para los portátiles y el de 22.7, 34 y 45.3 Kg para los equipos sobre ruedas.

El alcance de los extinguidores portátiles es de 0.9 a 1.8 m y para los rodantes de 1.8 a 2.7 m.

b) Extinguidor de polvo químico seco.

Utilizan como agente extinguidor el bicarbonato de sodio de 250 a 350 mallas con aditivos antihigroscópicos. Se fabrican en las siguientes capacidades: para los portátiles de 1.2, 2.2, 4.5, 6.8, 9.1 y 13.6 Kg y de 68 y 158 Kg sobre ruedas (ver fig. 6.2).

Hay dos tipos de ellos de acuerdo con el sistema de operación que utilizan ; los de cartucho y los presurizados.



6.2.- extintor sobre ruedas de
polvo químico seco.

6.4.- Extinguidores para fuego clases "ABC".

Son idénticos en funcionamiento a todos los anteriores, variando solamente en la salida de la válvula y el tamaño que es un poco mayor. Utilizan como agente extinguidor un polvo hecho con fosfato, ácido de amonio, principalmente . Se consigue en capacidades iguales que los extinguidores de polvo químico normal (ver fig.6.3).



fig. 6.3.- extintor de polvo químico
A B C .

CAPITULO 7

CALCULO DE LA PLANTA
DE BOMBEO PARA RIEGO

título 7.- Cálculo de la planta de bombeo para riego.

7.1.- Consideraciones.

Para el cálculo se considerará el gasto unitario obtenido de la tabla 7.1 , donde se muestra la dotación de agua diaria por hectárea para distintos cultivos. En nuestro caso el producto a cultivar será arroz , el cual necesita de 2.3 l/s x Ha, para cultivarse. Debido a que se cuenta con 218 H_a para cultivarse, entonces el gasto diario requerido para éste cultivo será de :

$$Q_t = 2.3 \text{ l/s} \times H_a \times 218 \text{ H}_a = 500 \text{ l/s}$$

representará el gasto total .

La carga estática se considera de 10 mca y las pérdidas por fricción serán de un 10 % de la carga estática de ésta forma tendremos, una carga dinámica de 11 mca.

7.2.- Datos del proyecto.

a) Datos del proyecto hidráulico.

- 1) Producto a cultivar - arroz .
 - 2) Dotación de agua necesaria para cultivo =
2.3 l/s x Ha(ver tabla 7.1) .
 - 3) Número de hectáreas = 218 Ha.
 - 4) Gasto total $Q_t = 2.3 \text{ l/s} \times \text{Ha} \times 218 \text{ Ha} = 500 \text{ l/s}$
 - 5) Carga estática $H_e = 10 \text{ mca}$
 - 6) Pérdidas por fricción (10 % de H_e) = 11 mca
 - 7) Carga dinámica $= H_e + H_s = 11 \text{ mca} = 36 \text{ ft c a}$
 - 8) Curvas de operación de bombas comerciales.
 - 9) Velocidades específicas óptimas dadas en el capítulo 3 .
- N_s (radial) = 50
- N_s (mixto) = 81
- N_s (axial) = 173

t a b l a 7 . 1 (4)

CULTIVO	CONSUMO DE AGUA PARA REGADIO	
	AGUA NECESARIA EN 24 HORAS	
	galones/minuto en 100 Ha.	litros/segundo en 1 Ha.
Acelgas	920	0.58
Aguacate	363	0.23
Ajo	620-920	0.39 a 0.77
Ajonjolí	920	0.58
Alfalfa	982-1110	0.62 a 0.70
Algodón	730-920	0.46 a 0.58
Algodón húmedo	982	0.62
Algodón seco	790	0.50
Alpiste	730-920	0.46 a 0.58
Avena	730	0.46
Arroz	2440-3640	1.54 a 2.3
Arvejón	730	0.46
Betabel	1840	1.16
Cacahuate	920	0.58
Café	920	0.58
Calabaza	730-920	0.46 a 0.58
Camote	730-920	0.46 a 0.58

t a b l a 7 . 1 (c o n t i n u a c i ó n) (4)

CULTIVO	CONSUMO DE AGUA PARA REGADIO	
	AGUA NECESARIA EN 24 HORAS	
	galones/minuto en 100 Ha.	litros/segundo en 1 Ha.
Caña de azúcar	1110-1220	0.70 ^D a 0.77
Cebada	730	0.46
Cebolla	620-730	0.39 a 0.46
Coco de aceite	1220	0.77
Coco de agua	1220	0.77
Col	1220-1840	0.77 a 1.16
Comino	491	0.31
Chicharo	620-730	0.39 a 0.46
Chile	730-1110	0.46 a 0.70
Chipotle	620	0.39
Ejote	620	0.39
Forraje	730-920	0.46 a 0.58
Fresa	855-920	0.54 a 0.58
Frijol	491-620	0.31 a 0.39
Frutales	920	0.58
Garbanzo	730-982	0.46 a 0.62

t a b l a 7 . 1 (c o n t i n u a c i ó n) (4)

CULTIVO	CONSUMO DE AGUA PARA REGADIO	
	AGUA NECESARIA EN 24 HORAS	
	galones/minuto en 100 Ha.	litros/segundo en 1 Ha.
Girasol	620-920	0.39 a 0.58
Haba	620-730	0.39 a 0.46
Higuerilla	730-920	0.46 a 0.58
Hortalizas	982-1220	0.62 a 0.77
Jicama	730	0.46
Jitomate	730	0.46
Lenteja	620-730	0.39 a 0.46
Linaza	620-730	0.39 a 0.46
Lino	491-920	0.31 a 0.58
Limonero	920-1540	0.58 a 0.97
Lechuga	1220	0.77
Maíz	730-920	0.46 a 0.58
Maíz húmedo	855	0.54
Maíz seco	730	0.46
Maíz tardío	730-2220	0.46 a 0.77
Maíz temprano	730-12220	0.46 a 0.77

t a b l a 7 . 1 (continuación) (4)

CULTIVO	CONSUMO DE AGUA PARA REGADIO	
	AGUA NECESARIA EN 24 HORAS	
	galones/minuto en 100 Ha.	litros/segundo en 1 Ha.
Maíz medio riego	620	0.39
Melón	730-920	0.46 a 0.58
Morera	730	0.46
Nabo	1840	1.16
Naranja	428-730	0.27 a 0.46
Oleaginosos	730-920	0.46 a 0.58
Palma de coco	1220	0.77
Papa	730-920	0.46 a 0.58
Papaya	620	0.39
Pepino	920	0.58
Piña	1220	0.77
Pimento	1840	1.16
Plátano	920	0.58
Remolacha	730-920	0.46 a 0.58
Sandía	730-920	0.46 a 0.58
Sorgo	620-920	0.39 a 0.58

t a b l a 7 . 1 (c o n t i n u a c i ó n) (1)

CULTIVO	CONSUMO DE AGUA PARA REGADIO	
	AGUA NECESARIA EN 24 HORAS	
	galones/minuto en 100 Ha.	litros/segundo en 1 Ha.
Soya forrajera	920	0.58
Tabaco	491-750	0.31 a 0.46
Tomate	730-920	0.46 a 0.58
Trébol	1220	0.77
Trigo	730-920	0.46 a 0.58
Trigo de invierno	620	0.39
Trigo de verano	1110	0.7
Vid	620-920	0.39 a 0.58
Zacate del Sudán	620-680	0.39 a 0.43
Zanahoria	920-1840	0.58 a 1.16

7.3.- Cálculo del número y tipo de bombas.

El cálculo se hará en base a las gráficas de curvas de operación de bombas comerciales, las cuales giran a diferentes rpm . De ésta forma se calculará el gasto unitario (Q_u), con las velocidades que aparecen en las gráficas y la carga dinámica tomada de la tabla de datos del proyecto.

De la gráfica 7.3.1 obtenemos una velocidad de 1190 rpm y con la carga dinámica de 11 mca incluida en la fórmula del gasto unitario haremos el cálculo para tres diferentes tipos de bombas ;

$$Q_t = 0.5 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para una bomba de flujo radial ($N_s = 50$) obtenemos :

$$Q_u = \left(\frac{N_s}{n} \right)^2 (H)^{3/2}$$

$$Q_u = \left(\frac{50}{1190} \right)^2 (11)^{3/2} = 0.064 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N^{\circ} = \frac{0.5 \text{ m}^3/\text{s}}{0.064 \text{ m}^3/\text{s}} = \frac{Q_t}{Q_u} = 7.81 \approx 8 \text{ bombas}$$

Para una bomba de flujo mixto ($N_s = 81$) obtene -
mos :

$$Q_u = \left(\frac{81}{1190} \right)^2 (11)^{3/2} = 0.17 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N^o = \frac{0.5 \text{ m}^3/\text{s}}{0.17 \text{ m}^3/\text{s}} = 2.94 \doteq 3 \text{ bombas}$$

Para una bomba de flujo axial ($N_s = 173$), obtene -
mos :

$$Q_u = \left(\frac{173}{1190} \right)^2 (11)^{3/2} = 0.77 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N^o = \frac{0.5 \text{ m}^3/\text{s}}{0.77 \text{ m}^3/\text{s}} = 0.649 \doteq 1 \text{ bomba}$$

Sí observamos en la gráfica 7.3.1 , vemos que los gastos calculados se encuentran fuera del rango de operación de la bomba , por lo tanto concluimos que éste tipo de bomba no puede manejar los Q_u calculados con una carga dinámica de 11 mca a una velocidad de 1190 rpm, por lo tanto la anterior alternativa la desechamos.

En caso de que los Q_u calculados anteriormente cayeran dentro del rango de operación de la bomba (gráfica 7.3.1) , la carga de 11 m , no sería problema pues bastaría con bajar la carga a 1/2 o 1/3 lo cual sería - trabajar con bombas de dos y tres pasos respectivamente, lo cual se puede hacer.

Ahora se harán los cálculos para las gráficas 7.3.2 7.3.3 y 7.3.4 , cuyas bombas giran a 885 rpm .

Para una bomba de flujo radial ($N_s = 50$) obtenemos :

$$Q_u = \left(\frac{50}{885} \right)^2 (11)^{3/2} = 0.116 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N^\circ = \frac{0.5 \text{ m}^3/\text{s}}{0.116 \text{ m}^3/\text{s}} = 4.31 = 5 \text{ bombas}$$

Para una bomba de flujo mixto ($N_s = 81$) obtenemos :

$$Q_u = \left(\frac{81}{885} \right)^2 (11)^{3/2} = 0.31 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N^{\circ} = \frac{0.5 \text{ m}^3/\text{s}}{0.31 \text{ m}^3/\text{s}} = 1.61 = 2 \text{ bombas}$$

Para una bomba de flujo axial ($N_s = 173$) obtenemos :

$$Q_u = \left(\frac{173}{885} \right)^2 (11)^{3/2} = 1.39 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N^{\circ} = \frac{0.5 \text{ m}^3/\text{s}}{1.39 \text{ m}^3/\text{s}} = 0.354 = 1 \text{ bomba}$$

Si observamos las gráficas 7.3.2 , 7.3.3 y 7.3.4 vemos - que los gastos calculados para las bombas de flujo axial y radial , se encuentran fuera del rango de operación de la bomba, no así la de flujo mixto la cual con el Q_u - calculado y la carga de 11 m nos queda dentro del rango de operación de la bomba con una eficiencia aceptable, con lo cual podemos concluir que nuestra bomba será de flujo mixto ya que con nuestros cálculos y gráficas lo podemos justificar.

Podemos concluir ahora que nuestro número de bombas será dos, manejando cada una de ellas el 50 % del gasto total, lo cual nos hace pensar en una tercera bom-

ba , que sería de reserva, para asegurar el máximo gasto en caso de falla o por mantenimiento de alguna de las - dos bombas en operación, el arreglo de éstas bombas así como la fontanería se puede observar en el plano de - equipamiento.

Las características técnicas de las bombas seleccionadas son las siguientes :

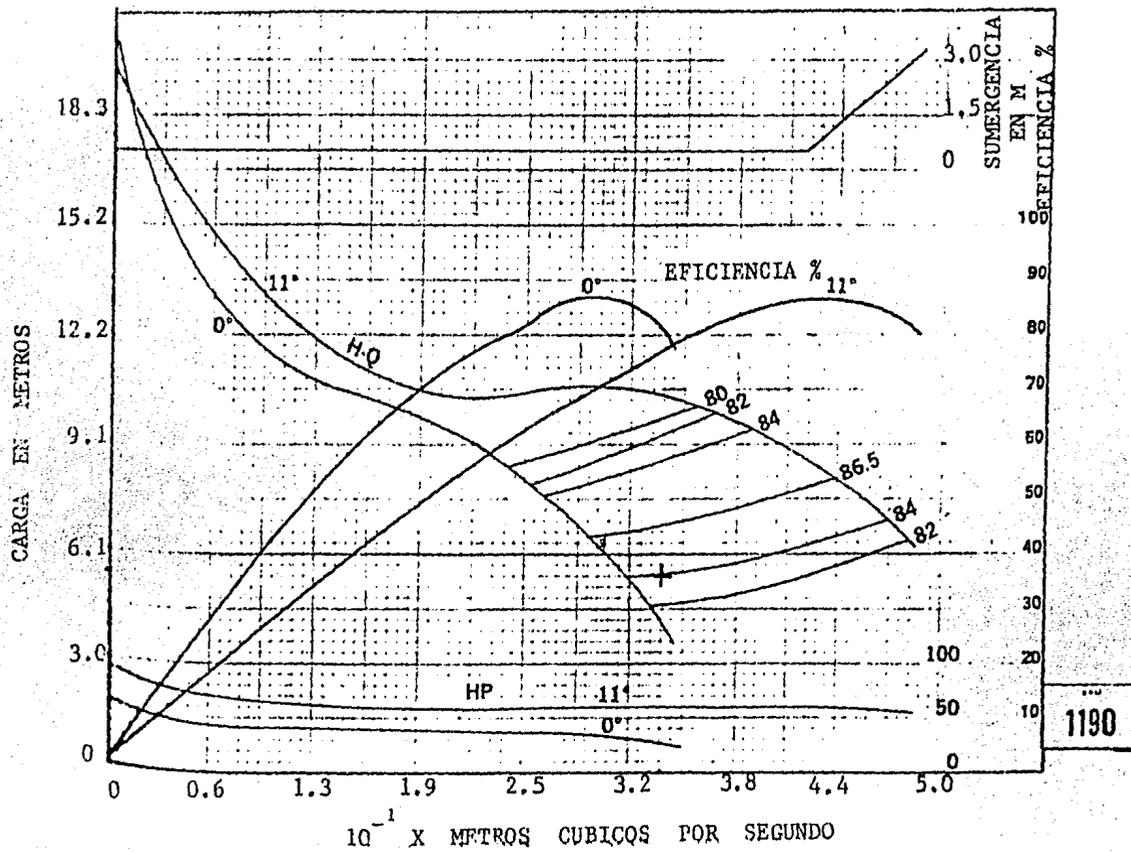
bomba de flujo mixto $N_s = 81$

número de bombas 2

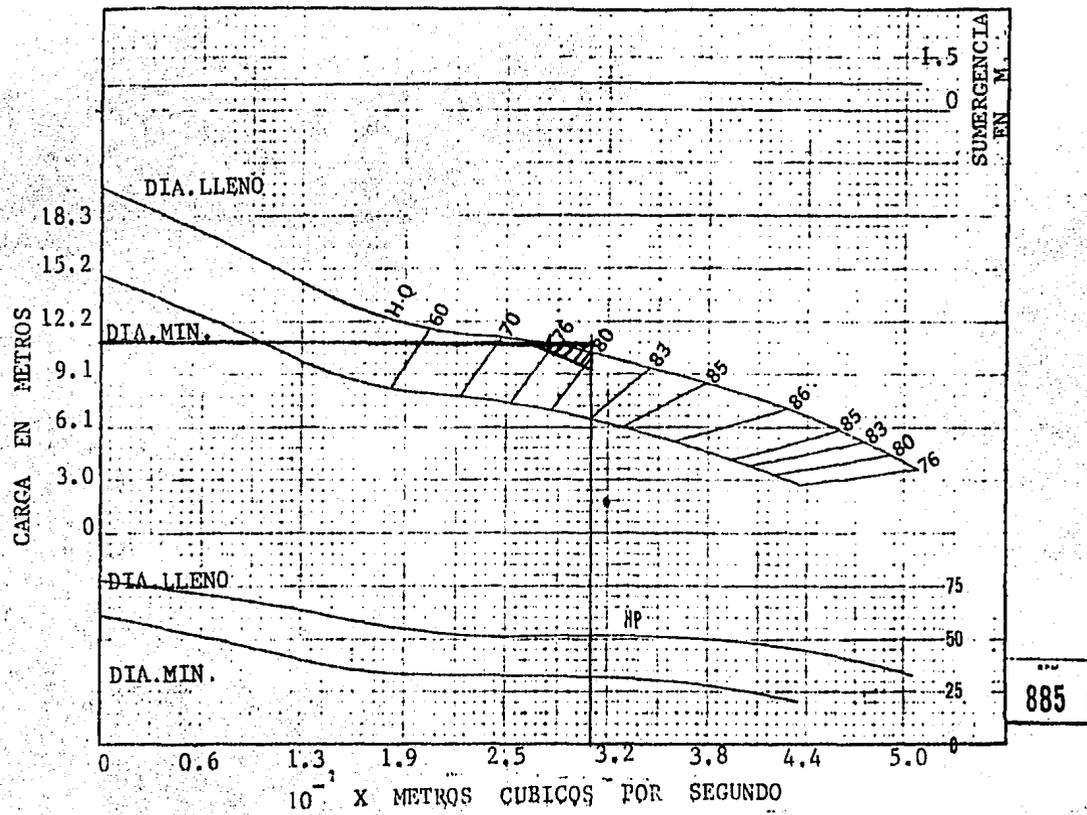
gasto manejado por cada una $Q_u = 0.31 \text{ m}^3/\text{s}$

carga manejada por cada bomba $H = 11 \text{ mca}$

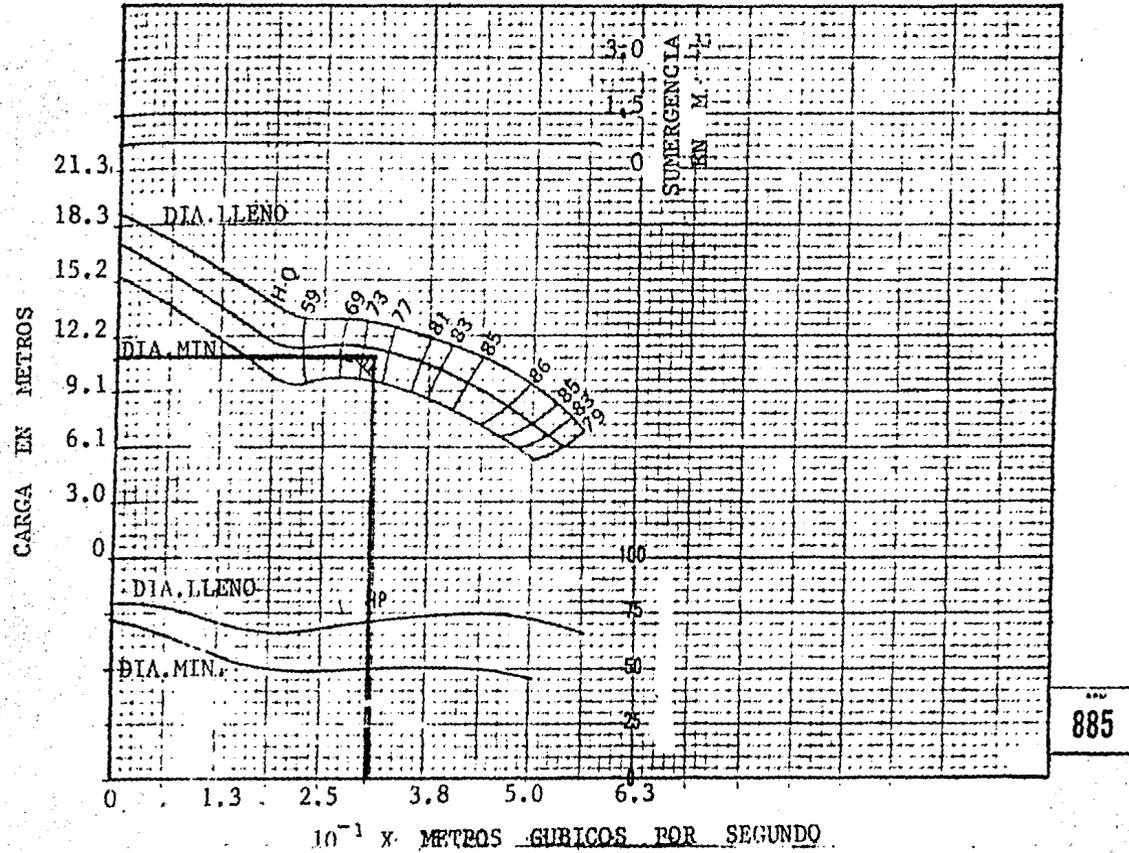
eficiencia de la bomba $\eta = 76 \%$ (ver gráfica 7.3.3).



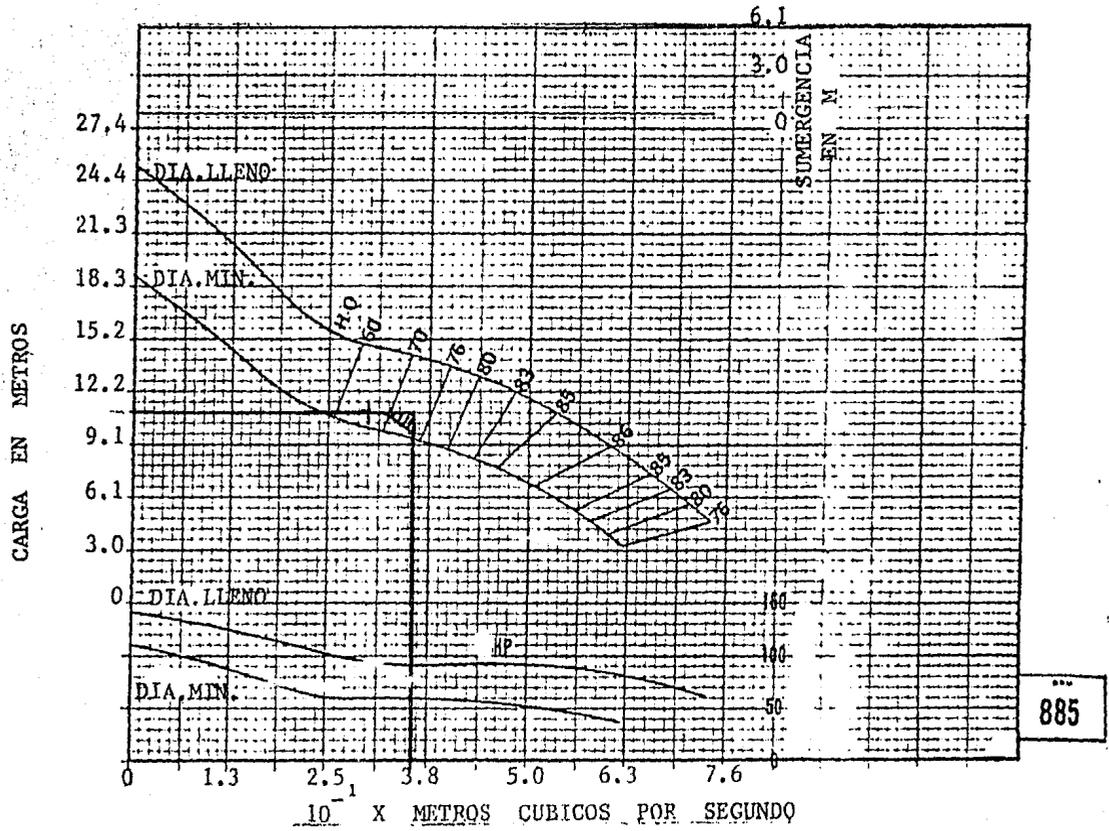
gráfica 7.3.1.- curva característica para bomba de
 flujo axial ($N_s = 173$) .(2)



gráfica 7.3.2.- curva característica para bomba de flujo mixto ($N_s = 81$) .(2)



gráfica 7.3.3.- curva característica para bomba de
 flujo mixto ($N_s = 81$) .(2)



gráfica 7.3.4.- curva característica para bomba de flujo mixto ($N_s = 81$) .(2)

7.4.- Cálculo de la instalación eléctrica de una planta de bombeo para riego.

7.4.1.- Alcances .

Esta memoria de cálculo definirá los requerimientos para el diseño de las instalaciones eléctricas de la planta de bombeo para riego.

7.4.2.- Datos del proyecto.

El tipo de sistema que se utilizará para la planta de bombeo será trifásico a cuatro hilos , ya que se tendrá carga trifásica , así como carga monofásica.

La tensión nominal que la empresa (C.F.E.) suministrará en esa zona será de 23 KV , y el factor de potencia recomendable es de 85 % (éste valor representa el tanto por ciento que se aprovecha de la energía proporcionada por dicha empresa). El voltaje en baja tensión será de 220/127 volts.

Para el cálculo de caída de tensión así como de la sec -

ción transversal del cable , se consideró una longitud (L) de 15 m , desde el centro de control de motores hasta el motor.

7.4.3.- Cálculos .

a) Potencia del motor.

1).- Datos .

Qt - Caudal manejado por cada bomba , obtenido del inciso 7.3 = $0.31 \text{ m}^3/\text{s} = 310 \text{ lps}$

H - Carga dinámica de bombeo = 11 mca

η_b - Es la eficiencia de la bomba , obtenida de la gráfica 7.3.3 ; 70%

η_m - Eficiencia del motor , recomendado por el Instituto de Ingenieros en Electrónica y Eléctrica (I.E.E.E.). ; 90%

γ - Peso específico del agua = $1 \text{ Kg}/\text{m}^3$

Con los datos anteriores , y mediante la siguiente expresión , obtendremos la potencia :

$$P = \frac{\gamma Q_t H}{76 \eta_b \eta_m} \quad (1)$$

$$P = \frac{310 \times 11}{76 \times 0.76 \times 0.9} = 65.60 \text{ HP}$$

Debido a que la bomba es del tipo vertical, se selecciona un motor vertical cuya potencia es de 75 HP, por lo cual se tendrá

$$75 - 66 = 9 \text{ HP}$$

de sobra.

En la tabla 7.4.1, en la columna de 75 HP, 8 polos a 885 rpm, se selecciona un motor aprueba de goteo y tendrá un armazón tipo 444 TP.

b) Capacidad del transformador.

1).- Datos.

Carga instalada en fuerza .

Se tendrán dos motores y uno en reserva, el total de la carga será :

$$\text{KVA} = \frac{\text{HP} \times 0.746}{0.85} \quad (3)$$

donde :

potencia del motor = 75 HP

factor de conversión de HP a Kw = 0.746

factor de potencia del inciso 7.4.2 = 0.85

$$\text{KVA} = \frac{75 \times 2 \times 0.746}{0.85} = 132 \text{ KVA}$$

Se tendrá una carga de alumbrado de : 10 KVA

La demanda máxima, es igual a la suma de las cargas instaladas y será igual a :

$$\text{KVA} = 132 + 10 = 142 \text{ KVA}$$

De la tabla 7.4.2 , en la columna de potencia activa (KVA) renglón 150 y en la clase 25 , debido a que tenemos un voltaje de 23 KV y se verá las características del transformador. Así mismo tendrá una tensión en el primario de 13000 volts y una tensión en el secundario de 230/127 volts.

c) Cálculo del cableado y protecciones del motor.

1).- Cálculo del cable por corriente nominal .

Para el cálculo del cable se utilizará la siguiente expresión :

$$I_n = \frac{P \times 0.746}{\sqrt{3} \times E_f \times \eta_m \times f.p.} \quad (3)$$

donde :

$$P = 75 \text{ HP}$$

$$E_f = 0.220 \text{ voltaje entre fases . (Kv)}$$

$$f.p. = \text{factor de potencia} = 0.85$$

$$\eta_m = 0.9 \text{ eficiencia del motor , recomendado por el I.E.E.E.}$$

$$I_n = \frac{75 \times 0.746}{\sqrt{3} \times 0.22 \times 0.9 \times 0.85} = 191.93 \text{ A}$$

Con éste valor seleccionamos el cable conductor adecuado , y considerando un factor para la selección

del cable para la alimentación del motor, según la tabla 7.4.3 en la columna de régimen continuo y en el renglón para bombas, se tendrá un factor de 140 %, por lo que la corriente corregida será de :

$$I_c = 1.4 \times 192 = 268.8 \text{ A}$$

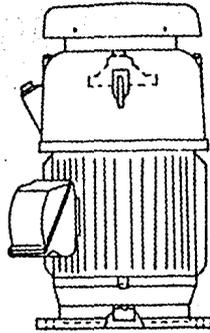
En la tabla 7.4.4 en la columna de 1 a 3 conductores y en el renglón de la corriente que se aproxime a 269 A, en éste caso es de 270 A, el cual le corresponde un conductor calibre 250 MCM , THW y se tendrá una sección nominal de 127 mm^2 (ver tabla 7.4.5).

2) Cálculo del cable por sección nominal.

Considerando una caída del 3 % dada por el (Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, R.O.I.E.).

Mediante la expresión :

$$S = \frac{2 \times \sqrt{3} \times L \times I_n}{E_f \times e \%} \quad (3)$$



MODELO	C. P.	POLOS	ARMAZON	PESO APROX. KGS.	DATOS DE OPERACION A 100% DE CARGA NOMINAL Y 60 Hz.		
					AMPERES		R. P. M.
					220 V	440 V	
169-908	50	8	444 TP	760.00	134.00	67.00	880
169-902	60	6	444 TP	760.00	156.00	78.00	1182
169-909	60	8	444 TP	800.00	164.00	82.00	880
169-904	75	6	444 TP	760.00	180.00	90.00	1182
169-324*	75	8	444 TP	800.00	216.00	108.00	885
169-331	100	2	444 TP	760.00	242.00	121.00	3572
169-333*	100	6	444 TP	800.00	250.00	125.00	1173
169-334*	100	8	445 TP	885.00	272.00	136.00	880
▲169-341	125	2	444 TP	785.00		147.00	3550
▲169-342	125	4	444 TP	760.00		147.00	1782
▲169-343	125	6	445 TP	855.00		159.00	1180
▲169-344*	150	2	445 TP	855.00		182.00	3550
▲169-342*	150	4	445 TP	840.00		173.00	1782

tabla 7.4.1.- características de operación de motores verticales cerrados. (10)

Dimensiones y Pesos

Transformadores Trifásicos Tipo Poste

K.V.A.	Alto mm.	Fronte mm.	Fondo mm.	Acero Lbs.	Peso Total Kg.
Clase 13					
15	963	813 A	651 A	110	375
30	963	813 A	651 A	110	375
45	963	940 A	651 A	125	485
75	1127	1311 B	781 A	302	780
112.5	1187	1273 A	781 A	355	875
150	1187	1572 B	781 A	373	1030
Clase 25					
45	1175	1080 A	749 A	293	685
75	1353	1056 A	800 A	293	655
112.5	1328	1468 B	781 A	330	1045
150	1228	1572 B	781 A	344	1160
Clase 34.5					
45	1482	1098 A	800 A	387	850
75	1543	1273 A	840 A	585	1220
112.5	1543	1273 A	880 A	541	1335
150	1543	1487 B	880 A	580	1370

Estas Cifras son Aproximadas

A - Sin enriamiento
B - Con enriamiento

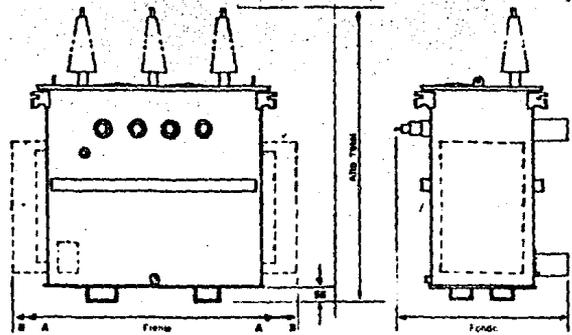


tabla 7.4.2.- características nominales para transformadores trifásicos. (9)

TIPO DE SERVICIO QUE REQUIERE LA CARGA	PORCIENTO DE LA CORRIENTE NOMINAL INDICADA EN LA PLACA DE MOTOR			
	REGIMEN DE TRABAJO			
	5 minutos	15 minutos	30-60 minutos	CONTINUO
DE CORTO TIEMPO. ACCIONAMIENTO DE VALVULAS DE VACIO, DESCENSO DE RODILLOS, ETC.	110	120	150	
INTERMITENTE ASCENSORES Y MONTACARGAS, - MAQUINAS HERRA- MIENTAS, BOMBAS PUENTES LEVADI- ZOS, ETC.	85	85	90	140
PERIODICO. RODILLOS, MA- QUINAS PARA - MANIPULACION - DE MINERALES, ETC.	85	90	95	140
VARIABLE	110	120	50	200

tabla 7.4.1.- factores para seleccionar los conductores
para motores. (8)

Calibre AWG MCM	Conductor Desnudo			Diámetro Total Forrado	Peso aproximado Kg/100 mts.	Capacidad de Corriente (Amps)*			Aire
	Hilos		Diámetro			en ducto, cable o subterráneo			
	No.	Diámetro	Total	No. de Conductores					
		mm.	mm.	1-3	4-6	7-24			
20	1	0.81	0.81	1.77	0.9				
18	1	1.02	1.02	1.98	1.2				
16	1	1.29	1.29	2.25	1.7	20	16	14	25
14	1	1.63	1.63	2.59	2.7	25	20	17	30
	7	0.61	1.84	2.80	2.8	25	20	17	30
12	1	2.05	2.05	3.01	3.9	30	24	21	40
	7	0.77	2.32	3.28	4.2	30	24	21	40
10	1	2.59	2.59	3.79	5.8	40	32	28	55
	7	0.98	2.95	4.15	6.1	40	32	28	55
8	1	3.26	3.26	5.04	9.9	50	40	35	70
	7	1.26	3.71	5.49	10.2	50	40	35	70
6	1	4.11	4.11	5.89	15.8	70	58	49	100
	7	1.55	4.67	6.45	16.5	70	58	49	100
4	7	1.96	5.89	8.21	24.5	90	72	63	135
2	7	2.47	7.42	9.74	36.5	120	96	84	180
1/0	19	1.89	9.45	12.35	58.5	155	124	108	245
2/0	19	2.12	10.64	13.54	72.0	185	148	129	285
3/0	19	2.39	11.94	14.84	89.5	210	168	147	330
4/0	19	2.68	13.41	16.31	111.5	235	188	164	385
250	37	2.09	14.60	18.04	132.5	270	216	189	425
300	37	2.29	16.00	19.44	157.5	300	240	210	480
350	37	2.47	17.30	20.74	181.5	325	260	227	530
400	37	2.64	18.49	21.93	205.5	360	288	252	575
500	37	2.95	20.65	24.09	254.0	405	324	283	660
750	61	2.81	25.30	29.30	386.5	500	400	350	845
1000	61	3.25	29.31	33.31	508.5	585	468	409	940

tabla 7.4.4.- dimensiones y capacidades de corriente en-
conductores. (8)

No más de tres conductores instalados en conduit o libremente enterrados o un conductor en aire (Basados en temperatura ambiente de 30°C).

VALORES EN AMPERES				75°C		85°C		90°C		110°C		125°C		200°C	
SECCION NOMINAL EN MM ²	CABLE AWG KCM	60°C TIPOS RW, U, TW, UI		TIPO 1 FLPW, 1H, RHW, RUM, T-W, THWN, XHHW, USE, ZW		TIPOS V, MI		TIPOS TA, TBS, SA, AVS, SIS, FEP, EPB, RHH, THHN, XHHW		TIPOS AVA, AVL		TIPOS AI, AIA		TIPOS A, AA, FEP, FEPB, PFA	
		EN CONDUIT, CABLE O DIRECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DIRECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DIRECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DIRECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DIRECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DIRECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE	EN CONDUIT, CABLE O DIRECTAMENTE ENTERRADOS	AI AIRE
2 08 1 31 5 26 8 37	14 12 10 8	15 20 30 40	20 25 40 55	15 20 30 45	20 25 40 65	25 30 40 60	30 40 55 70	25 30 40 50	30 40 55 70	30 35 45 60	40 50 65 85	30 40 50 65	40 50 60 70	30 40 55 70	45 55 75 100
13 30 21 15 26 67 33 62 42 41	6 4 3 2 1	55 70 80 95 110	80 105 120 140 165	65 85 100 115 130	85 125 145 170 195	70 90 105 120 140	100 135 155 180 210	70 90 105 120 140	100 135 155 180 210	80 105 120 135 160	120 135 155 180 210	85 115 130 145 170	125 170 195 225 265	95 120 145 165 190	135 180 210 240 280
53 49 67 43 85 01 107 20	0 00 000 0000	125 145 185 195	195 225 280 300	150 175 200 230	230 265 310 360	155 185 210 235	245 285 330 385	155 185 210 235	245 285 330 385	190 215 245 275	285 330 385 445	200 230 265 310	305 355 410 475	225 260 285 340	325 370 430 610
127 152 177 203 253	250 300 350 400 500	215 240 260 280 320	340 375 420 455 515	255 285 310 335 380	405 445 505 545 620	270 300 325 360 405	425 480 530 575 660	270 300 325 360 405	425 480 530 575 660	315 345 390 420 470	495 555 610 665 765	335 380 420 450 500	530 590 655 710 815	-- -- -- -- --	-- -- -- -- --
304 355 380 405 458	600 700 750 800 900	355 385 400 410 435	575 630 655 680 730	420 480 475 490 520	690 755 785 815 870	455 490 500 515 555	740 815 845 880 940	455 490 500 515 555	740 815 845 880 940	525 500 580 600 --	855 940 980 1020 --	545 600 620 640 --	910 1005 1045 1085 --	-- -- -- -- --	-- -- -- -- --
107	1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000	680	1165	730	1240	--	--

Basado en NEC 1978, Art. 310 tablas 316, 317, 318, 319

tabla 7.4.5.- capacidad de conducción de corriente permisible en conductores de cobre aislados. (8)

donde :

e % - caída de tensión 3%.

L - longitud del cable = 15 m

E_f - voltaje entre fases = 220 volts.

I_n - corriente nominal.

se tendrá:

$$S = \frac{2 \times 15 \times 192}{220 \times 3} = 15.11 \approx 16 \text{ mm}^2$$

En la tabla 7.4.5 en la columna de la sección nominal ,
 y tomando un valor de 21.15 mm^2 (se consideró éste va -
 lor por ser el más cercano que está del valor calculado)
 y como se ve corresponde a un calibre de conductor :
 4 AWG, THW. Por lo que se concluye que sí es correcto el
 calibre del conductor que se seleccionó.

3).- Cálculo del cable con el factor de temperatura y agrupamiento.

Si se afectan con éstos factores la corriente nominal del calibre seleccionado, se verá que es correcta la selección del cable que se cálculo con anterioridad.

De ésta forma tendremos :

de la tabla 7.4.6 se selecciona un factor de temperatura para 40°C y columna de 75°C del cable se tendra :

$$270 \times 0.88 = 237.6 \text{ A}$$

De la tabla 7.4.7 se selecciona un factor de agrupamiento de 0.8 , ya que se considero que se tendran 6 cables en el ducto, por lo tanto la corriente corregida será de :

$$237.6 \times 0.8 = 190.1 \text{ A}$$

En la tabla 7.4.4 , buscamos en la columna de 4 a 6 con la corriente de 190.1 A , obtenemos un calibre 250 con lo cual se concluye que es buena la selección.

FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA				
TEMPERATURA AMBIENTE EN °C	PARA TEMPERATURAS SUPERIORES 30° C			
	60° C	75° C	85° C	90° C
31 a 40	0.82	0.86	0.90	0.91
41 a 45	0.71	0.82	0.85	0.85
46 a 50	0.58	0.75	0.80	0.82
51 a 55	0.41	0.67	0.74	0.75
56 a 60		0.58	0.67	0.71
61 a 70		0.35	0.52	0.58

tabla 7.4.6.- factores de corrección por temperatura para conductores de cobre .(8)

FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO	
NUMERO DE CONDUCTORES	PORCIENTO DEL VALOR INDICADO EN LA TABLA
1 - 3	100
4 - 6	80
7 - 24	70
25 - 42	60
arriba de 43	50

tabla 7.4.7.- factores de corrección por agrupamiento para conductores de cobre .(8)

d).- Selección del interruptor del motor.

Si afectamos la corriente nominal por un factor de sobrecorriente que en éste caso es de 1.25 (recomendado por R.O.I.E.), por lo que se tendrá ;

$$I_a = I_n \times 1.25$$

$$I_a = 192 \times 1.25 = 240 \text{ A}$$

Si el valor de la protección calculado es insuficiente para el arranque del motor o no corresponde a un tamaño normalizado, puede utilizarse el inmediato superior, siempre que no exceda del 1.4 (recomendación del Normas Técnicas de Instalaciones Eléctricas , N.T.I.E.).

$$I_a = I_n \times 1.4$$

$$I_a = 192 \times 1.4 = 268.8 \text{ A}$$

Por lo cual se puede seleccionar un interruptor - termomagnético de :

3 x 300 A

6

3 x 250 A

Para nuestro caso se seleccionará un interruptor de :

3 x 300 A , tipo LA

De la tabla 7.4.8 , en la columna de 220- 3Ø , y en el renglón considerando en éste caso 100 HP , el tamaño del arrancador será de :

NEMA 5

El arrancador puede ser a tensión plena ó a tensión reducida.

No POLOS	TAMAÑO	10,127V	10,220V	No POLOS	30,220V	30,440V
2 P O L O S	0 0	1/3	1	3 y 4 P O L O S	1 1/2	2
	0	1	2		3	5
	1	2	3		7 1/2	10
	2	3	7 1/2		15	25
	3	7 1/2	15		30	50
	4	.	.		50	100
	5	.	.		100	200
	6	.	.		200	400
	7	.	.		300	600

tabla 7.4.8.- capacidad por tamaño de arrancadores magnéticos.(8)

e) Cálculo del cableado y protección del transformador y motor.

1).- Transformador de alta tensión, selección del fusible.

Corriente nominal (I_n)

$$I_n = \frac{KVA}{\sqrt{3} KV} = \frac{150}{3 \times 23} = 3.76 A \quad (3)$$

El R.O.I.E. recomienda para arranque, hasta un 300 % de la corriente nominal, así tenemos :

$$I_{prot} = 3 \times 3.76 = 11.28 A$$

por lo tanto, se selecciona un fusible de 10 A nominales.

2).- Transformador en baja tensión, cálculo del cable.

Corriente nominal (I_{ns})

$$I_{ns} = \frac{KVA}{\sqrt{3} E_f} = \frac{150}{3 (0.22)} = 393.64 \text{ A}$$

En la tabla 7.4.5 y en la columna de 85°C se ve que corresponde a un calibre 500 MCM, MI ; con una corriente nominal del conductor de 405 A.

Por caída de tensión

El R.O.I.E. recomienda para caída de tensión en conductores hasta un 2% sobre el voltaje nominal, de ésta forma tendremos:

$$S = \frac{2 L I_n \sqrt{3}}{e_f e\%}$$

donde:

$$e\% = 2 \%$$

$L = 7 \text{ m}$ (longitud desde la subestación -
hasta el centro de control de motores.

$$e_f = 220 \text{ volts}$$

sustituyendo valores en la ecuación anterior tenemos:

$$S = \frac{2 \times 7 \times 394 \times \sqrt{3}}{220 \times 2} = 21.71 \text{ mm}^2$$

que corresponde a un calibre 3 AWG (ver tabla 7.4.5),
por lo tanto, el conductor adecuado es el 500 MCM, ya -
que cumple con ambos criterios.

3).- Cálculo de la protección del transformador.

Acorde con la corriente nominal de los conductores
y no mayor de 125 % (R.O.I.E.), se tendrá una corriente
de de :

$$I_p = 1.25 \times 394 = 492.5 \text{ A}$$

el valor adecuado del interruptor es 3 x 500 A, tipo MA.

f).- Alumbrado.

A) Taller de mantenimiento

Dimensiones del local:

longitud: 9 metros

ancho : 6 metros

altura : 4 metros

altura de montaje del luminario: 3.5 metros

las reflectancias del local son:

paredes: 30 %

techo : 75 %

piso : 20 %

la lámpara será:

fluorescente de 74 watts

lúmenes iniciales por lámpara: 6300

luminario tipo industrial fluorescente, con dos lámparas fluorescente de 74 watts.

nivel de iluminación requerido: 500 luxes (re -

comendado por I. E. S.).

Coeficiente de utilización

Primero hay que encontrar el valor del índice local, mediante la siguiente expresión:

Relación de cavidad de cuarto

$$R_{cc} = \frac{5 H (L + A)}{L \times A} \quad (4)$$

donde:

L - longitud

H - altura del cuarto

A - altura de luminarios

sustituyendo valores en la ecuación anterior tenemos:

$$R_{cc} = \frac{5 \times 4.0 \times 15}{9 \times 6} = 5.56$$

Consultando la tabla 7.4.9 y considerando las reflectancias dadas, se tendrá un coeficiente de utilización

PISO		20%																	
TECHO		80%				70%				50%			30%			10%			0%
PARED		70%	50%	30%	10%	70%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Rec	1	.71	.69	.67	.64	.69	.66	.64	.62	.63	.61	.59	.59	.58	.56	.56	.55	.54	.52
	2	.66	.61	.58	.55	.64	.60	.56	.54	.56	.54	.51	.53	.51	.49	.50	.49	.47	.45
	3	.61	.55	.51	.47	.59	.54	.50	.46	.51	.48	.45	.48	.46	.43	.46	.44	.42	.40
	4	.57	.50	.45	.41	.55	.49	.44	.40	.46	.42	.39	.44	.41	.38	.42	.40	.37	.35
	5	.52	.45	.39	.36	.50	.44	.39	.35	.42	.37	.34	.40	.36	.33	.38	.35	.32	.31
	6	.48	.40	.35	.32	.47	.40	.35	.31	.38	.33	.30	.36	.32	.30	.35	.31	.29	.27
	7	.45	.37	.31	.28	.43	.36	.31	.27	.34	.30	.27	.33	.29	.26	.31	.28	.25	.24
	8	.41	.33	.28	.24	.40	.32	.27	.24	.31	.26	.23	.30	.26	.23	.28	.25	.22	.21
	9	.38	.30	.25	.21	.37	.29	.24	.21	.28	.23	.20	.27	.23	.20	.25	.22	.19	.18
	10	.35	.27	.22	.19	.35	.26	.22	.18	.25	.21	.18	.24	.20	.18	.23	.20	.17	.16

tabla 7.4.9.- Coeficientes de utilizacion (12)

ción de : 0.35

Factor de mantenimiento

En la tabla 7.4.10, que se anexa, en la columna de clasificación de la sala, en el tercer renglón considerando mediano, se tendrá un factor de mantenimiento total de : 0.6

el número de luminarios será :

$$N = \frac{S \times E}{n \times I \times Cu \times Fm}$$

Datos:

S - Superficie = L x A = 54 m²

E - Nivel de iluminación = 500 luxes

n - Número de lámparas = 2

I - Flujo luminoso = 6300 lúmenes

Cu - Coeficiente de utilización = 0.35

Fm - Factor de mantenimiento = 0.6

Sustituyendo:

$$N = \frac{54 \times 500}{2 \times 6300 \times 0.35 \times 0.6} = 10.20$$

por lo tanto, el número de luminarios será de : 12

Iluminancia recomendada	Flujo luminoso de la lámpara	Factor de mantenimiento de los lúmenes de la lámpara	Clasificación de la sala	Factor de mantenimiento según el grado de suciedad de las superficies de la sala y las luminarias	Factor de mantenimiento total
			limpio	0.9	0.8
	Valor a las 100 horas	0.9	mediano	0.8	0.7
			sucio	0.7	0.6
Valor de iluminancia en servicio			limpio	0.9	0.9
	Valor a las 2000 horas	1	mediano	0.8	0.8
			sucio	0.7	0.7
Valor mínimo de iluminancia	Valor a las 100 horas	0.8	limpio	0.85	0.7
			mediano	0.75	0.6
			sucio	0.6	0.5

tabla 7.4.10.- factores de mantenimiento para luminarios (11)

7.5.- Instalaciones hidráulicas y sanitarias para la -
planta de bombeo .

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias para -
una planta de bombeo para riego , serán mínimas toman -
do en cuenta que las utilizarán un número reducido de -
personas , ocupadas para la operación de la planta.

Por lo antes expuesto se limitarán éstas instala -
ciones a : un excusado , un lavabo y una regadera.

Las instalaciones sanitarias , teniendo en cuenta
el lugar donde se instalarán, por lo general no se co -
nectarán a una red municipal , sino que se utilizará una
fosa septica normal (F) , prefabricada de asbesto-ce -
mento con una capacidad mínima comercial de 14 000 li -
tros , un pozo de absorción fabricado en obra a base de
paredes de tabique dispuestas en posición alternadas o -
material similar que permita la filtración a el terreno
del líquido contenido en el pozo ; en el interior del -
mismo, se colocará una capa de grava de 32 mm (1 1/2 ")
de diámetro mínimo. Las aguas negras se drenarán direc -
tamente a la fosa séptica por medio de una tubería de -

asbesto-cemento de un diámetro de 15 cm. Y de ahí se -
conducirán a través, de un campo de oxidación por medio
de tubos de asbesto-cemento instalados con una pendiente
no mayor de 1.5 % .

7.5.1.- Cálculo de la tubería de suministro y descarga,
para las instalaciones hidráulicas y sanitarias
de la planta de bombeo.

a) Número de unidades mueble para los accesorios.

	diámetro de tubería de suministro.	diámetro de tubería de descarga.	suminis- tro u. mueble.	descar- ga u. mueble.
1 excusado	13mm(1/2")	75mm(3")	3	4
1 lavabo	13mm(1/2")	32mm(1 1/4")	1	2
1 regadera	13mm(1/2")	50mm(2")	2	3
1 coladera		50mm(2")		2
			<hr/>	<hr/>
			6U.M.	11U.M.

b) Cálculo de la tubería de suministro .

Nº de U. mueble = 6

de la gráfica 5.1 , se obtiene $Q = 0.4$ l/s

de la gráfica 7.5.1, para 19 mm de diámetro y $Q = 0.4$ l/s

$V = 1.5$ m/s (velocidad media del rango de 1 a 3 m/s ,
para tubería de alimentación).

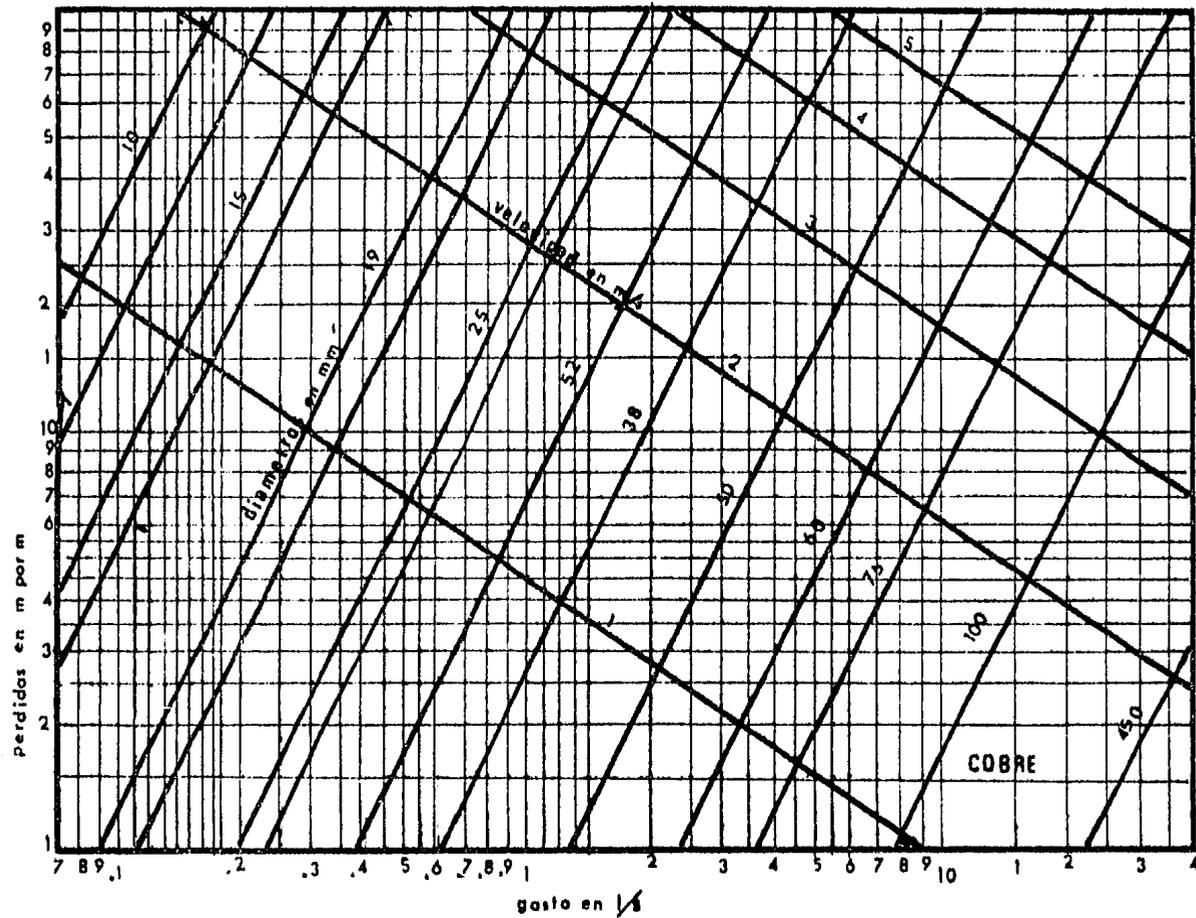
c) Cálculo de la tubería de descarga.

Nº de U. mueble = 11

de la gráfica 5.1 , se obtiene $Q = 0.7$ l/s

el diámetro de ésta tubería será de 3" , debido a que es

el diámetro mínimo requerido para descargar un W.C.



gráfica 7.5.1.- pérdidas en tubería en m por m .(7)

7.6.- Selección del equipo contra incendio para la planta de bombeo.

Para la protección contra incendio de la planta de bombeo, se contará con tres extinguidores portátiles - clase ABC de polvo químico seco (uno por cada equipo), ya que en las instalaciones eléctricas con que cuenta la planta es lo más recomendable.

7.7.- Dimensionamiento del cárcamo de la planta de bombeo.

Para éste caso en particular el cárcamo se dimensionó para alojar tres bombas verticales con un gasto - por bomba de 310 l/s (4914 GPM), (ver cálculos - cap. VII). Las dimensiones del cárcamo se indican en el plano de equipamiento, dichas dimensiones se tomaron de la grafica 3.3.1 del capítulo III.

El cárcamo será alimentado por medio de un tubo el cual funcionará como canal de llamada, con rejillas de - entrada, el cual desfogará en un desarenador contiguo al cárcamo, el cual va a suministrar el agua demandada por

los equipos de bombeo.

Se hará la consideración que el nivel del agua en el cárcamo estará en función del nivel de aguas en el río.

El cárcamo contará con un electronivel que no permitirá seguir operando a las bombas abajo del nivel mínimo de sumergencia requerido, como una protección a los equipos de bombeo.

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

Capítulo 8.- Conclusiones y recomendaciones.

Como se vio anteriormente, una planta de bombeo para agua de riego suele tener los elementos más necesarios e indispensables para su funcionamiento; además las instalaciones anteriores son de poca capacidad (comparadas con otras plantas de bombeo de diferentes fines) y de operación sencilla y fácil.

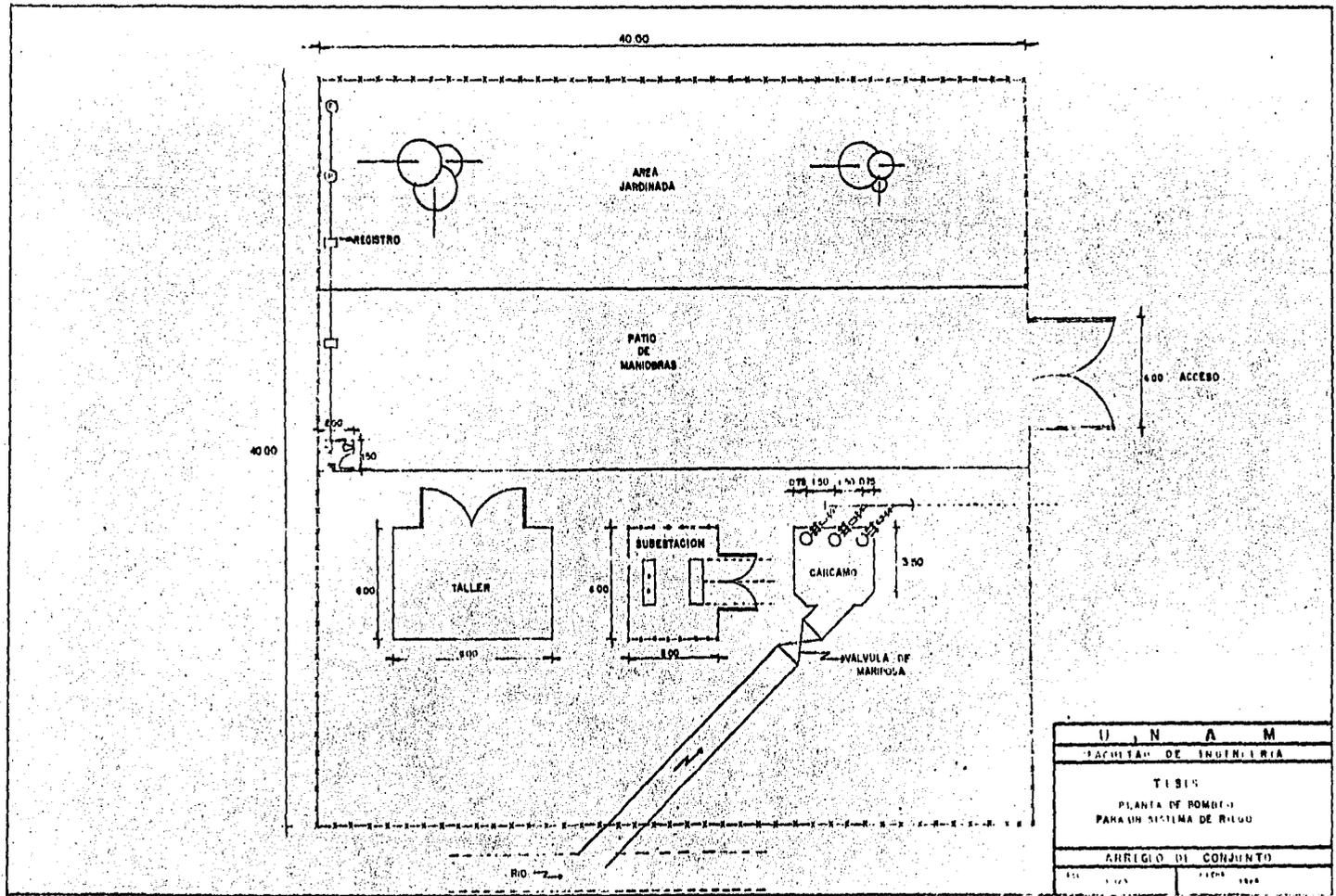
Por lo general, las bombas empleadas en éstas instalaciones, manejan grandes gastos y bajas cargas relativas, ya que su descarga va directamente a un canal de riego o un tanque de almacenamiento muy próximos al cárcamo de bombeo.

En cuanto a las instalaciones eléctricas, éstas son por lo general de baja capacidad y su sistema de transformación de energía eléctrica no ocupa espacios demasiados grandes para su instalación sino por el contrario, los transformadores como ya se dijo anteriormente van montados en postes (en uno o varios según la capacidad del transformador).

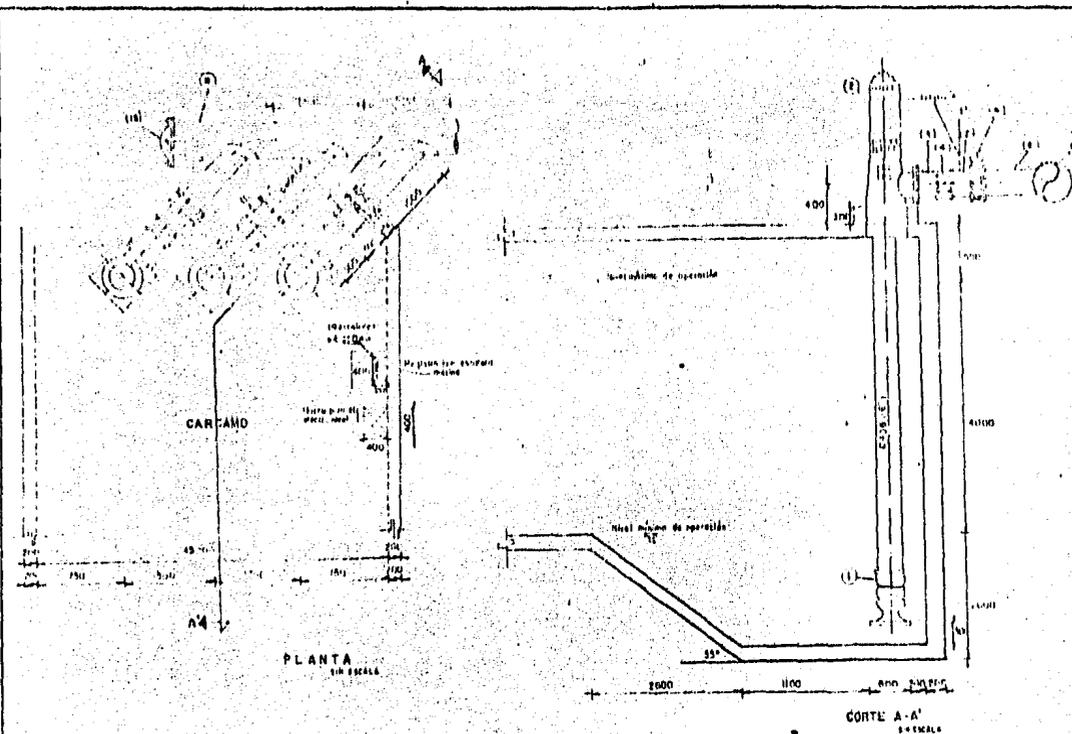
Las instalaciones hidráulicas y sanitarias no suelen ser necesarias para éste tipo de instalaciones pero sí es

necesaria su consideración.

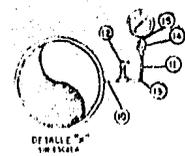
El equipo contra incendio es necesario su instalación ya que representa un factor de seguridad en caso de incendio , ya que es muy fácil que el equipo eléctrico se incendie por sobre carga en las líneas o cortos circuitos en las mismas.



U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
TESIS	
PLANTA DE BOMBEO PARA UN SISTEMA DE RIEGO	
ARRIGO DI CONJUNTO	
1978	1978



NOTA
LAS COTAS SON EL INCHU



LISTA DE MATERIALES	
1	Acero para el eje de la compuerta
2	Acero para el eje de la compuerta
3	Acero para el eje de la compuerta
4	Acero para el eje de la compuerta
5	Acero para el eje de la compuerta
6	Acero para el eje de la compuerta
7	Acero para el eje de la compuerta
8	Acero para el eje de la compuerta
9	Acero para el eje de la compuerta
10	Acero para el eje de la compuerta
11	Acero para el eje de la compuerta
12	Acero para el eje de la compuerta

U N A M	
FACULTAD DE INGENIERIA	
I E S I S	
PLANTA DE BARRIO PARA UN SISTEMA DE RIEGO	
EQUIPAMIENTO	
ENC	1964

REFERENCIAS

- 1.- BOMBAS CENTRIFUGAS
Igor J. Karassik y Roy Carter
Compañía Editorial Continental, S.A.

- 2.- MANUAL DE CURVAS DE OPERACION
Peerless Tisa

- 3.- SQUARE D
Catalogo Nº 17

- 4.- MANUAL DEL SELMEC

- 5.- NORMAS DE INGENIERIA DE DISEÑO
Instituto Mexicano del Seguro Social

- 6.- OPEN CHANNEL HYDRAULICS
Ven Te Chow
Mc. Graw-Hill Kogakusha Ltd.
International Student Edition

- 7.- NATIONAL PLUMBING CODE HANDBOOK
Standars and Design Information
Vincent T. Manas, P.E.
Mc Graw-Hill book Company , Inc.

- 8.- CATALOGO DEL CONELEC
- 9.- TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION TRIFASICO, IEM
- 10.- MOTORES ELECTRICOS , DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS, IEM
- 11.- MANUAL DE ILUMINACION , PHILIPS .
- 12.- CATALOGO HOLOFRANE No. HM-33

BIBLIOGRAFIA

NORMAS DE INGENIERIA DE DISEÑO

Instituto Mexicano del Seguro Social

INSTALACIONES EN EDIFICIOS

Charles Merrick Gay

Editorial Gustavo Gili, S.A. 1979

DATOS PRACTICOS DE INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS

Ing. Becerril L. Diego Onésimo

5a. Edición 1982

MANUAL HELVEX DE INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS,

GAS, AIRE COMPRIMIDO; VAPOR.

Ing. Sergio Zepeda C. 1977

MANUEL D'HIDRAULIQUE GÉNÉRALE

Armando Lencastre

Editions Eyrolles , 1961.

SELECTING LARGE PUMPING UNITS

Willian Duncan, Jr. , Carlos G. Bates

United States Departament of the interior

Bureau of Reclamation