

Universidad Nacional de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA

SANITARIA



“ EQUIPOS DE BOMBEO ”

· T E S I S

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Sanitario

EDUARDO CATTER GOMEZ

PROMOCION 1961

LIMA • PERU • 1979

<u>I N D I C E</u>		<u>Pág.</u>	<u>#</u>
I -	DATOS PERSONALES	1	
II -	CONDICION ACADEMICA	2	
III -	ACTIVIDADES PROFESIONALES	3	
IV -	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	4	
	DESARROLLO DE ACTIVIDADES	8	
	DATOS NECESARIOS PARA LA INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO.....	8	
	DEFINICIONES, CONCEPTOS y FUNDAMENTOS DE CALCULO	10	
	SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS...	17	
	CURVAS CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS.....	21	
	ADAPTACION DE LA BOMBA A OTRAS CONDICIO-- NES DE SERVICIO.....	23	
	NOCIONES A CERCA DE LAS FLUCTUACIONES DE PRESION EN LAS TUBERIAS DE LAS BOMBAS....	24	
	MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A GOLPES DE ARIETE.....	27	
	EQUIPOS HIDRONEUMATICOS DE PRESION COMO E QUIPO DE BOMBEO Y DEPOSITO DE AGUA.....	29	
	SISTEMA DE ACOPLAMIENTO DEL MOTOR A LA BOMBA POR POLEAS, FAJAS ó CORREAS.....	30	
	CALCULO DE LA POTENCIA DE LOS MOTORES E- LECTRICOS	32	
	TIPOS DE BOMBAS MAS USUALES.....	33	

MEMORIA DESCRIPTIVA

I - DATOS PERSONALES

NOMBRE : EDUARDO CATTER GOMEZ
NACIONALIDAD : PERUANA
DOMICILIO : Calle Las Camelias - Monterrico
LUGAR DE NACIMIENTO : Lima
DOCUMENTOS : L.E. # 2915429
L.T. # 0587249
L.M. # Bb58-04020
Estado Civil : Casado

* * * * *

2.-

II - CONDICION ACADEMICA

- EDUCACION PRIMARIA :

Colegio Salesianos de Lima

- Av. Brasil - Lima

- finalización del sexto grado : Año 1951

- EDUCACION SECUNDARIA :

Colegio Santo Tomás de Aquino

- Rinconada Santo Domingo - Lima

- finalización del quinto año : 1956

- EDUCACION SUPERIOR :

Universidad Nacional de Ingeniería

- Programa Académico de Ingeniería Sanitaria

- Promoción : 1961

Grado Académico : Bachiller en Ciencias con mención en
Ingeniería Sanitaria.

3.-

III - ACTIVIDADES PROFESIONALES

- 1962 - 1971 (A) Ingeniero técnico en ventas de equipo y
maquinaria para la industria.
Oficinas:
CUSTER & THOMEN, S.A. (1962-1966)
VAPOR S. A. (1966-1967)
ATINSA S. A. (1967-1971)
- 1962 - 1975 (B) Ingeniero Asesor de Ingeniería Sanitaria
del Ministerio de Guerra-
Jefatura de Ingeniería del Ejército
- 1971 - 1979 (C) Contratista de Obras de Habitación Urbana,
Construcción y Obras de Saneamiento.

4.-

IV - DESCRIPCION DE ACTIVIDADES

(A) : Ingeniero Técnico en Ventas de Equipos de bombeo y maquinaria para la Industria en general:

- Oficina : CUSTER & THOMEN, S.A. - Fecha : 1962 - 1966

- Departamento : Sulzer

de ventas de : Equipos de Bombeo para Agua, Desague, aceites, carburantes, Leche, ácidos, pescado - pastas de papel, etc.

Motores eléctricos, a gasolina Diesel, grupos electrógenos, equipos hidroneumáticos.

- Ventas de otros departamentos técnicos como :

Departamento de Tratamiento de Aguas: Filtros, ablandadores, clorinadores.

Departamento de Construcción : Mezcladoras, aditivos de concreto, motobombas, vibradores, compactadoras.

Departamento Eléctrico : Arrancadores, tableros de control.

Las mismas actividades que la indicada en la Oficina de Custer & Thomen S.A., se desarrolló en las oficinas de VAPOR S.A., y ATINSA, actuando en calidad de gerente de ventas y accionista.

5.-

(B) : Como Ingeniero Asesor de Ingeniería Sanitaria, en el Mi-
nisterio de Guerra - Jefatura de Ingeniería del Ejérci-
to - División de Construcciones Militares.

(de 1962 - 1975)

- Revisión de proyectos, ejecución y control de obras de Sanea-
miento.

- Asesoría en adquisición de equipo y maquinaria para el Servi-
cio eléctrico y Sanitario de las diferentes Regiones milita-
res.

(C) : Como Contratista de Obras de Habilitación Urbana, Sanea-
miento y Construcción.

(de 1971 - 1975)

- Para la Cía. Constructora Carlos León de Peralta, Constructo-
res, S. A. - Obras :

- Urbanización "El Pacífico" - 1ra. etapa ubicada en la Av. An-
gélica Gamarra, San Martín de Porras. - Habilitación urbana, de
sague, electricidad, pistas y veredas, pozo, equipo de bombeo,
línea de impulsión y Reservoirio elevado de 800 m³ de capacidad.

- Estadio de Fútbol Alianza Lima - ubicado en La Victoria : Redes
de Agua y desague, instalaciones eléctricas y redes exteriores-
de electricidad.

6.-

-Urbanización La Taboadita, propiedad de la Cooperativa de Vivienda SIMA, ubicada en la Av. Colonial, Callao.

Habilitación urbana de 600 lotes, comprendiendo las obras de Saneamiento, redes de agua y desagüe con conexiones domiciliarias, obras eléctricas, pistas y veredas, pozo, caseta de bombeo y suministro e instalación de equipo de bombeo de agua para pozo profundo.

(1975 - 1976) :Para la Compañía Constructores Villasol S.A.

Obras :

-Urbanización El Naranjal, ubicada en el Km.17 Carretera a Ancón, San Martín de Porras, Habilitación urbana de 1,400 lotes, comprendiendo las obras de Saneamiento, redes de agua y desagüe con conexiones domiciliarias, redes eléctricas de alumbrado y servicio particular.

-Urbanización Meza Redonda, ubicada en el Km. 12 carretera a Ancón, San Martín de Porras, habilitación urbana de 260 lotes comprendiendo las obras de saneamiento, redes de agua y desagüe con conexiones domiciliarias, redes eléctricas de alumbrado y Servicio particular, pistas y veredas.

(1977 - 1979) :Para el Ministerio de Guerra - Obra :

- Construcción de Escuela para Blindados, comprendiendo Locales -

7.-

- con un área de aproximadamente 3,000 m², incluyendo obras exteriores de agua y desagüe y pistas de afirmado. Ubicado en el Km. 41 de la Carretera a Ancón.
- Para la Cooperativa de Vivienda : Valle de Sarón Ltda. # 430, Ubicada en San Juan de Miraflores.
- Obras de Urbanización para 650 lites, comprendiendo las redes de Desagüe, agua y electricidad, pistas y veredas, programa - aún no concluido por problemas económicos y directivos.
- Para la Asociación de Propietarios de Santa Luisa - Infantas :
- Obras de Desagüe para 240 lotes con conexiones domiciliarias.
- Para la Compañía Molinera del Perú, ubicada en la Av. Argentina 4695 - Callao:
- Construcción de la fábrica de galletas Royal, local aproximadamente 1,500 m², comprendiendo la instalación de equipos y maquinarias.

IV DESARROLLO DE ACTIVIDADES

Se procederá a desarrollar los métodos y procedimientos desempeñados como técnico en ventas de equipo y maquinaria para la Industria, en especial de equipos de bombeo para agua y desagüe, los que se relacionan con actividades de Ingeniería Sanitaria.

En el desarrollo presente se ofrecerá un breve resumen de las nociones, definiciones y normas que constituyen la base de todo proyecto de instalaciones de equipos de bombeo.

DATOS NECESARIOS PARA LA INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO

1. - Disposición.- Esquema del lugar de donde se extrae y deposita el líquido a bombearse.

2. - Datos de Servicio.-

Q - Caudal (lts/seg.) (m^3 /seg.) (gal/min.)

H_s - altura de succión (m. de columna del líquido)

H_d - altura de impulsión

H_f - altura perdida por fricción en las tuberías, accesorios y válvulas de conducción. Lo que requiere conocer :

ϕ = diámetro de las tuberías

L = distancia o longitud de las tuberías

altura sobre el nivel del mar

9.-

3.- Líquido a Bombear.-

- Calidad : Agua, desague, combustible, etc.
- Temperatura : °C
- Peso específico : Kg/dm^3

4.- Sistema de Accionamiento de la Bomba.-

- Por motor eléctrico .- requiere conocer tipo de corriente eléctrica, tensión, frecuencia.
- Por motor Diesel, o gasolina.- requiere conocer su potencia y velocidad.
- Tipo de acoplamiento del motor a la bomba.

5.- Datos de Servicio y Criterio Económico.-

- Sistema en paralelo (2 bombas)
- Horas de servicio diarias
- Costo de corriente eléctrica, combustibles, mantenimiento.

DEFINICIONES, CONCEPTOS y FUNDAMENTOS DE CALCULO

1.- Definiciones Generales: Unidades :

H = Altura manométrica, es la suma de la altura de succión (H_s) más la altura de descarga (H_d) más la altura por pérdidas por fricción en las tuberías de succión y descarga (H_f).

Se expresa en metros (m) de una columna del líquido a elevar. Las presiones indicadas en otras medidas han de ser convertidas en mts., de la columna del líquido a elevar de acuerdo con la relación siguiente:

$$14.22 \text{ lb/p}^2 = 1 \text{ at} = 1 \text{ Kg/cm}^2 = 10^3 \text{ m de columna de agua}$$

$$\delta = \left(\frac{10}{\gamma} \right) \text{ de columna de cualquier líquido con peso específico } (\gamma), \text{ en la que } \gamma = \text{Kg/dm}^3.$$

Q = Caudal, usualmente expresado en litros por segundo (lts/seg)

Los caudales indicados en otras medidas han de ser convertidos en lts/seg. según la relación siguiente :

$$1 \text{ pie}^3/\text{seg.} = 448.8 \text{ GPM (gal/min)}$$

$$1 \text{ m}^3/\text{seg.} = 264.2 \text{ GPM}$$

$$1 \text{ lts/seg.} = 15.85 \text{ GPM}$$

11-

$$V = \text{Velocidad media} = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/seg.)}}{(m^2)} = \frac{m}{\text{seg}}$$

N = Potencia necesaria en el eje, o potencia absorbida por la bomba, expresada en HP = 75 Kgm/seg.
HP = 0.74 Kw.

n = Rendimiento o eficiencia característica de cada bomba. (%) porcentaje

= peso específico del líquido Kg/m^3 , ó más usualmente en Kg/dm^3

FORMULA BASICA $N = \frac{Q \times H}{75 \times n}$

2.- Las Pérdidas de Carga en las Tuberías

Comprenden todas las pérdidas de presión producidas por el roce del fluido con las paredes de las tuberías y por los cambios de dirección o de sección, incluyéndose también las pérdidas correspondientes a la entrada y salida de la bomba.

Las pérdidas de carga siempre se expresan en MTS. DE COLUMNA DEL LIQUIDO y se determinan con la mayor exactitud posible - según los planos o croquis de la instalación proyectada, y con ayuda, de los nomogramas y curvas ó tablas de pérdidas - de cargas según fórmulas desarrolladas por HAZEN & WILLIAMS-HUITE, para tuberías nuevas, usadas, y distinto tipo de accesorios como codos, tee, reducciones, válvulas, etc.

Es conveniente a la cifra total multiplicarla por 1.1 por seguridad. (Ver nomogramas adjuntos).

Estos nomogramas se pueden aplicar a líquidos con viscosidad aproximadamente igual a la del agua (gasolina, benzol, etc.), en cambio para materiales de distinta viscosidad no son aplicables y las cifras son más elevadas, tratándose de aceites, melazas, etc.

VISCOSIDAD

La viscosidad podría definirse como la resistencia de un líquido a fluir. En los EE.UU. la medida más frecuentemente - empleada es el SEGUNDO SAYBOLT UNIVERSAL (SSU), usando un instrumento se mide el tiempo empleado de un líquido que fluye a través de un tubo capilar.

13-

La viscosidad de un líquido es un factor muy importante en la selección de una bomba.

Se requiere reducir la velocidad del motor, aumentar diámetros de tuberías cuando se trata de bombear líquidos viscosos.

Para seleccionar el tipo de bomba adecuado de acuerdo a la viscosidad se emplea :

-hasta 3,000 SSU . BOMBA CENTRIFUGA

-mayores viscosidades: BOMBA DE ENGRANAJES

Teniéndose en cuenta que siempre para líquidos muy viscosos la succión tiene que tener carga positiva.

Las pérdidas de carga por fricción, en un diseño de una instalación de bombeo no deben pasar de un porcentaje del 15% con relación a la altura de succión más la altura de descarga.

3.- Las Velocidades del Líquido en las Tuberías

La velocidad recomendable varía entre 1 a 2.4 m/seg. Para tuberías cortas, es decir para aquellas cuya longitud total es aproximadamente igual a la altura de impulsión, son recomendable las velocidades y diámetros interiores de las tuberías para los siguientes flujos :

14-

Q (lts/seg.)	\varnothing (mm)	V_s (m/s)	V_d
1.4	40	1	1
2	45	1.1	1.2
5	65	1.3	1.4
10	85	1.5	1.7
20	120	1.7	1.9
50	160	1.8	2.2
100	250	1.9	2.3

donde V_s = velocidad en la succión
 V_d = velocidad en la descarga

4.- La Altura de Aspiración

Las bombas producen en el lado de aspiración una presión inferior a la atmosférica, mas como ésta actúa sobre el nivel del agua en el lado de aspiración dá lugar en la tubería de aspiración a que ascienda el líquido.

Es indispensable determinar exactamente la altura de aspiración, ya que ésta se haya sometida a las limitaciones propias de las leyes físicas. Si en un punto cualquiera de la bomba desciende la presión hasta su valor límite, que es la tensión

del vapor correspondiente a la Temperatura del líquido, se producen vacíos o burbujas de vapor y de gases disueltos; arrastrados aquellos por la corriente del líquido a una zona de presión más elevada, tales burbujas o vacíos se condensan bruscamente, dando lugar al fenómeno llamado "CAVITACION" que origina una caída de potencia y también una marcha inestable de las máquinas acompañada a la vez de ruidos. Además la cavitación facilita las corrosiones, por todo lo cual se hace indispensable evitar esta anomalía.

En el cálculo de la altura de succión deberá tenerse en cuenta:

- La temperatura del líquido
- La altura sobre el nivel del mar
- La viscosidad del líquido

que producen descenso en la capacidad de aspiración.

DESCENSO EN LA CAPACIDAD DE ASPIRACION- POR TEMPERATURA DEL LIQUIDO

30°C	0
50°C	1 mt.
65°C	2 mt.
70°C	3 mt.
75°C	4 mt.
80°C	5 mt.
90°C	7 mt.
100°C	10 mt.

POR ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR

500	m.s.n.m.	0	mts.
1000	_____	0.5	
1500	_____	1	
2000	_____	1.5	
2500	_____	2	
3000	_____	2.5	
3500	_____	3	
4000	_____	3.5	

17-

Para líquidos muy viscosos, generalmente se recurre a la succión positiva (líquido a mayor altura que la bomba) ó a un precalentamiento para bajar la viscosidad con mayor temperatura. Las tablas y monogramas existen para todo tipo de líquido viscoso a bombearse, sin embargo no se adjuntan por no requerirlo la especialidad.

Otros factores que hay que tener en cuenta para evitar la cavitación y que reducen esencialmente la capacidad de aspiración es la presencia de aire o de otros gases producto por ejemplo de aguas residuales, por lo que se recomienda siempre la instalación con carga positiva.

SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE LAS BOMBAS

-Accionamiento por motor eléctrico, generalmente empleado de corriente alterna; suele ocurrir que al calcular los datos de una instalación de bombeo, no es posible prever con exactitud las pérdidas de cargas que se producirán, por lo que en general y por razones de seguridad se admiten para ellas valores calculados por exceso. Luego resulta que la bomba a de impulsar a presión inferior a la altura manométrica calculada, la potencia absorbida será más elevada en casi todos los casos, ya

que el caudal impulsado aumenta si la presión disminuye.

Con el objeto de evitar sobrecarga a los motores, se fija su potencia nominal, añadiendo a las potencias calculadas los márgenes siguientes :

- 50 % para potencia de bomba hasta 2 HP
- 30 % para potencia de bomba hasta 5 HP
- 20 % para potencia de bomba hasta 10 HP
- 15 % para potencia de bomba hasta 20 HP
- 10 % para potencia de bomba más de 20 HP

Estos porcentajes son usados en la impulsión de agua o de líquidos similares a ésta por sus propiedades. Por el contrario, cuando se trata de bombear sustancias espesas hay que recurrir a otros valores obtenidos sobre la base de la experiencia. En los casos de muy bajas potencias de las bombas, es recomendable no utilizar motores de potencia inferior a 1/3 HP.

- Los Motores Eléctricos Normalmente Usados con Bombas, son los siguientes : Por su posición :

- Horizontal con eje libre para acoplar al eje de la bomba mediante acoplamiento flexible, o por correas o fajas.
- Horizontal con eje largo que sirve de eje de la bomba (directamente acoplado).

19-

- Vertical en las mismas condiciones de acoplamiento.

Por tipo de corriente :

Monofásico y trifásico

Tensión de 110 - 220 - 380 . 440 voltios

frecuencia 50 y 60 ciclos

Velocidad de los motores a plena carga : RPM

<u>N° Polos</u>	<u>60 ciclos</u>	<u>50 ciclos</u>
2	3.450	2.900
4	1.750	1.450
6	1.150	960
8	870	720

- Accionamiento de bomba por motores diesel

- Generalmente se emplea motores diesel o a gasolina en lugares donde no hay energía eléctrica, pues su costo de adquisición , de operación y mantenimiento es más elevado.

Normalmente los fabricantes suministran motores de baja velocidad, variando ésta de :

600 RPM a 2,400 RPM

20-

Un motor diesel a 600 RPM es de baja velocidad y para una misma potencia comparándolo con otro de 1800 RPM es más costoso. Un motor diesel puede operarse a velocidades distintas, dependiendo de la potencia que se necesita, pues ésta varía según la velocidad, a mayor velocidad mayor potencia, siempre manteniendo el rango de operación de velocidades señalado por el fabricante.

-Tipo de acoplamiento de motor a las bombas.-

-Acoplamiento directo.- El eje del motor sirve de eje de la bomba, generalmente usado en bombas pequeñas y de accionamiento eléctrico, o motor a gasolina a la velocidad similar.

-Acoplamiento flexible.- El eje del motor se acopla al eje de la bomba mediante un cople en forma de bridas dentadas con toques de jebe para absorber las vibraciones.

-Acoplamiento con fajas y poleas.- El eje del motor lleva una polea y el eje de la bomba lleva otra polea unidas por una faja o correa que trasmite la velocidad de rotación del motor a la bomba, según la dimensión y relación de tamaño de las poleas.

-Acoplamiento.- por cardan y cabezal de engranajes generalmente empleado en bombas verticales (eje vertical) accionadas con

motores de eje horizontal.

CURVAS CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS

Las curvas de características expresan gráficamente las circunstancias de funcionamiento de una bomba en diversas condiciones de explotación; a velocidad constante indican en función del caudal, la altura manométrica, la eficiencia y la potencia absorbida en el eje de la bomba.

Como se puede apreciar, existe una relación entre el caudal de la bomba y la altura manométrica total, a mayor caudal menor altura y viceversa, existiendo una máxima eficiencia expresada en porcentaje para un determinado caudal y altura que sirve para seleccionar el equipo de bombeo.

LEY DE AFINIDAD

Conociéndose la característica de una bomba que trabaje a velocidad (n_1) , puede obtenerse con facilidad y detalladamente la característica que corresponde a una velocidad cualquiera (n_2) , aplicando las relaciones siguientes:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$$

La potencia absorbida es proporcional al producto $Q \times H$ y como el rendimiento permanece practicamente constante para condiciones hidráulicas iguales, es v alido dentro de ciertos límites la ecuación siguiente :

$$\frac{HP_1}{HP_2} = \frac{(n_1)^3}{(n_2)^3}$$

Lo que significa que conociendo las curvas características de una bomba a una velocidad determinada es posible conocer a otra velocidad de accionamiento las características de caudal, altura y potencia absorbida aplicando las ecuaciones y relaciones indicadas anteriormente.

ADAPTACION DE LA BOMBA A OTRAS CONDICIONES DE SERVICIO

Cuando el consumo de agua es permanentemente inferior al caudal normal de una bomba y además no es posible regular la velocidad (motores eléctricos) se puede aumentar el rendimiento o adaptarse la rueda impulsora de la bomba a nuevas condiciones de servicio reduciendo el diámetro de la rueda impulsora.

Para pequeñas variaciones en la gama de rendimientos óptimos, desciende la altura de impulsión aproximadamente con el cuadrado del diámetro, disminuyendo también el caudal en proporción directa con el diámetro, sin que varíe en forma apreciable el rendimiento.

La medida de la reducción del diámetro del impulsor de la bomba se puede precisar con una exactitud prácticamente satisfactoria y con bastante **seguridad**, recurriendo al procedimiento empírico que se indica a continuación.

Son datos conocidos:

- El caudal (Q)
- La altura de impulsión (H)
- El número de revoluciones por minuto (n)

24-

Se determina por la ley de afinidad primeramente o con ayuda del diagrama topográfico de la bomba la velocidad (n') a la cual se pueden alcanzar las condiciones de servicio Q y H deseadas con la rueda móvil o impulsor de que se dispone de diámetro (D).

A continuación y bajo hipótesis de la misma velocidad periférica se calcula según la relación :

$$\frac{D'}{D} = \frac{n'}{n}$$

el diámetro (D) que tendrá la medida necesaria para las condiciones fijadas.

Siempre se toma un coeficiente de seguridad y a la corrección del diámetro que vá a hacerse se le toma las $3/4$ partes solamente.

$$(D - D') \times 0.75 = \text{corrección}$$

NOCIONES A CERCA DE LAS FLUCTUACIONES DE PRESION EN LAS TUBERIAS DE LAS BOMBAS

Al poner en marcha o detener una bomba que impulsa líquido a una tubería, sobrevienen oscilaciones de presión. La descripción

ción que se vá a mencionar como una breve referencia de los fenómenos y sus causas así como los medios adecuados para limitar sus efectos.

La puesta en marcha de una bomba origina en las tuberías a las que vá acoplada una sensible variación de presión, ya que la rueda móvil de la bomba pone en movimiento una masa de agua anteriormente en estado de reposo y comunica a la misma una velocidad considerable. El tránsito del estado de reposo de la masa de agua a la velocidad normal de flujo vá unido a un fenómeno momentáneo de oscilación de presión, surge una de presión en la tubería de aspiración, puesto que se extrae de esta tubería una cantidad de agua. Por el contrario en la tubería de descarga se produce una sobrepresión, a causa de introducirse en la misma una cantidad de agua adicional, experimentándose mayores amplitudes de oscilación debido a su mayor longitud en la mayoría de los casos.

Estas oscilaciones de presión se conocen como "GOLPE DE ARIETE" Mientras que se acepta normalmente y sin más reservas las hipótesis de que la pared de la tubería constituye un cuerpo elástico, parece en cambio que el agua es incompresible en el interior de la tubería, no obstante este último supuesto no es cierto. Al poner en marcha la bomba, tanto la pared de la

tubería como el agua sufren ciertas deformaciones elásticas bajo el influjo de la energía de presión bruscamente introducida en la tubería se dilata levemente y la columna de líquido se contrae de acuerdo con el módulo de elasticidad del agua. Este módulo de elasticidad es aproximadamente 1/100 del módulo de la pared metálica de la tubería. Por eso se producen en el agua deformaciones considerables que permiten afirmar que la deformación del agua es linealmente 100 veces superior a la del metal de la tubería.

Como en todos los fenómenos de elasticidad, esta dilatación de la tubería unida a la contracción simultánea de la masa de agua, alcanza después de cada variación de intensidad de flujo un valor máximo, que supera al nuevo estado de equilibrio. A continuación vuelve a disminuir la dilatación y va reduciéndose más y más en un ciclo repetido de fluctuaciones, tendiendo hacia el nuevo estado de equilibrio.

Cuando se para una bomba se producen en las tuberías una oscilación de la presión de la misma especie, pero con signo contrario, ya que en este caso la masa de agua, que se halla todavía en movimiento, tiende a detenerse rápidamente, tanto en la tubería de aspiración (en cuyo caso carece de interés general) como también y sobretodo en la tubería de descarga a presión.

27-

Estas oscilaciones de presión pueden dañar la tubería, y los accesorios en la descarga de las bombas, así como también causar nudos molestos, que perturban y alarman los ambientes.

MEDIDAS PREVENTIVAS FRENTE A GOLPES DE ARIETE

Según sean las características de la instalación, el perfil y la longitud de las tuberías habrá que recurrir, para proteger a la instalación frente a los peligros del golpe de ariete, a dos tipos diferentes de medidas :

- 1°- Actuar sobre la fase inicial de la propia onda de depresión (fase directa);
- 2°- Tratar de neutralizar la onda ya reflejada desde el depósito de descarga y que avanza en su retroceso hacia la bomba (fase indirecta).

En el primer caso los dispositivos adoptados deberán de reducir la onda de depresión en la medida suficiente para que al regresar ésta con signo contrario y superponerse a la presión estática normal no pueda causar daños a la tubería.

Este objetivo se puede conseguir en dos formas diferentes :

- a) Mediante volantes (porque retardan la velocidad de parada de la bomba).

1) Sirviéndose de cámaras de aire comprimido (porque estas cámaras seguirán impulsando aire en la Tubería substituyendo estas funciones de la bomba, durante el período que media hasta que la onda reflejada vuelva a alcanzar el lado de la bomba).

Los volantes y las cámaras de aire comprimido resultan especialmente adecuados para contrarrestar la formación de vacíos en las conducciones, en sus momentos iniciales.

Para reducir en el Segundo Caso, la intensidad de la onda de sobrepresión reflejada por la cámara de descarga, pueden emplearse diversos dispositivos:

- c) Válvulas automáticas de cierre rápido
- d) Tuberías automáticas de derivación
- e) Válvulas de descarga de presión.

EQUIPOS HIDRONEUMATICOS DE PRESION COMO EQUIPO DE BOMBEO Y DEPOSITO DE AGUA

Un tanque hermético se puede utilizar como acumulador automático de agua que suministran las bombas. El volumen útil disponible dependerá de la altura de la presión de conexión y de desconexión de las bombas, siendo tanto mayor cuanto más grande sea la diferencia entre estas dos presiones.

El tanque mantiene una capa de aire en su parte superior que hace de neumático, o aire que se comprime o se expande marcando la presión de arranque y parada de las bombas, para que se mantenga la capa neumática es preciso introducir periódicamente en el tanque una determinada cantidad de aire, utilizando para ello un inyector de aire o un compresor según se la dimensión del tanque. Esta medida es necesaria porque el agua absorbiendo una parte del aire comprimido del tanque (por osmosis) que es preciso renovar.

A partir de los diagramas que se adjuntan es posible determinar el volumen útil, el cual depende también de una compresión previa.

La capacidad útil de un equipo hidroneumático necesaria para una instalación de bombeo, queda determinada por la frecuencia admisible de conexión y desconexión y por el caudal de la bomba.

30-

En general este caudal de la bomba debe ser suficiente para poder cubrir por sí solo el consumo máximo que pueda presentarse.

El volumen útil necesario de un tanque hidroneumático puede ser determinado en litros por :

$$V = 1,500 \frac{Q}{Z}$$

Q = caudal de la bomba en lts/seg.

Z = Número máximo admisible de arranques y paradas de la electrobomba por hora.

Los valores de " Z " serán por ejemplo :

$Z = 10$ a 15 (para motores inducido en cortocircuito y conexión directa, de pequeño tamaño)

$Z = 6$ a 10 (para conexión de arranque en estrella - triángulo) motores más potentes.

SISTEMA DE ACOPLAMIENTO DEL MOTOR A LA BOMBA POR POLEAS, FAJAS

ó CORREAS.-

En la mayoría de los casos de aplicación de mando por correa se suele elegir el tipo de cinta trapezoidal, porque ocasiona menores pérdidas de potencia y permite reducir la distancia entre los ejes, sumamente importante, desde el punto de vista e-

31-

conómico en la construcción de la base metálica de soporte de la bomba y motor.

También cuando se dispone de correas trapezoidales, se pueden aplicar correas planas.

La distancia mínima entre ejes se puede considerar en función del diámetro de las poleas como el doble de la suma de los dos diámetros de las poleas :

$$e = 2 (d + D) \text{ en mts.}$$

donde:

d = diámetro de la polea pequeña

D = diámetro de la polea grande

Sin embargo estas distancias tan pequeñas son admisibles únicamente en algunos casos muy favorables y hasta una relación de transmisión

$$\frac{d}{D} = \frac{1}{5}$$

En lo posible es mejor aumentar la distancia entre los ejes.

Existen nomogramas que permiten determinar las potencias que se transmiten en función del diámetro de la pequeña polea y de su velocidad, utilizando ya sea correas simples o dobles y de calidad superior.

CALCULO DE LA POTENCIA DE LOS MOTORES ELECTRICOS

Para un cálculo aproximado la potencia mecánica necesaria en el eje de la bomba se determina según :

$$HP = \frac{Q \cdot H}{50} \quad \begin{array}{l} Q = \text{lbs/seg.} \\ H = \text{mts.} \end{array}$$

La potencia mecánica referida a la potencia eléctrica, se determina según :

$$KW = 1.36 \text{ HP}$$

Conociendo la Intensidad de la corriente en Amperios y el voltaje, se puede determinar la potencia eléctrica :

$$(1) \text{ Corriente continua : } KW = \frac{A \cdot V}{1000} \quad \frac{\text{(Amp. x voltios)}}{1000}$$

$$(2) \text{ Corriente monofásica: } KW = \frac{A \cdot V}{1000} \cos \phi$$

$$(3) \text{ Corriente trifásica : } KW = \frac{\sqrt{3} \cdot A \cdot V}{1000} \cos \phi$$

CALCULO DE LA POTENCIA DE LOS MOTORES ELECTRICOS

Para un cálculo aproximado la potencia mecánica necesaria en el eje de la bomba se determina según :

$$HP = \frac{Q \cdot H}{50} \quad \begin{array}{l} Q = \text{lbs/seg.} \\ H = \text{mts.} \end{array}$$

La potencia mecánica referida a la potencia eléctrica, se determina según :

$$KW = 1.36 \text{ HP}$$

Conociendo la Intensidad de la corriente en Amperios y el voltaje, se puede determinar la potencia eléctrica :

$$(1) \text{ Corriente continua : } KW = \frac{A \cdot V}{1000} \quad \frac{(\text{Amp.} \times \text{voltios})}{1000}$$

$$(2) \text{ Corriente monofásica: } KW = \frac{A \cdot V}{1000} \cos \phi$$

$$(3) \text{ Corriente trifásica : } KW = \frac{\sqrt{3} \cdot A \cdot V}{1000} \cos \phi$$

TIPOS DE BOMBAS MAS USUALES

Los que se van a describir a continuación, son tipos de bombas más usuales de acuerdo a la calidad del líquido a bombearse, al sistema de accionamiento, al tipo de construcción horizontal o vertical, lugar de succión, presión de descarga, etc.

- electrobomba centrífuga de baja presión horizontal
- electrobomba centrífuga de baja presión vertical.
- Motobomba centrífuga de accionamiento diesel o gasolina
- Electrobomba centrífuga de alta presión (dos o más impulsores) de tipo horizontal.
- Bomba vertical tipo sumidero accionamiento eléctrico exterior.
- Bomba vertical tipo sumergible para pozos de agua y desagüe.
- Bomba vertical tipo Turbina para pozo tubular.
- Bomba horizontal de engranajes o impulsores con ruedas dentadas.
- Bombas autocebantes
- Bombas en equipos hidroneumáticos simples o dobles
- Bombas de impulsión a pistón de alta presión
- Bombas al vacío.

PERDIDAS POR FROCCION EN PORCENTAJE DE LONGITUD DE TUBERIA USANDO L-200

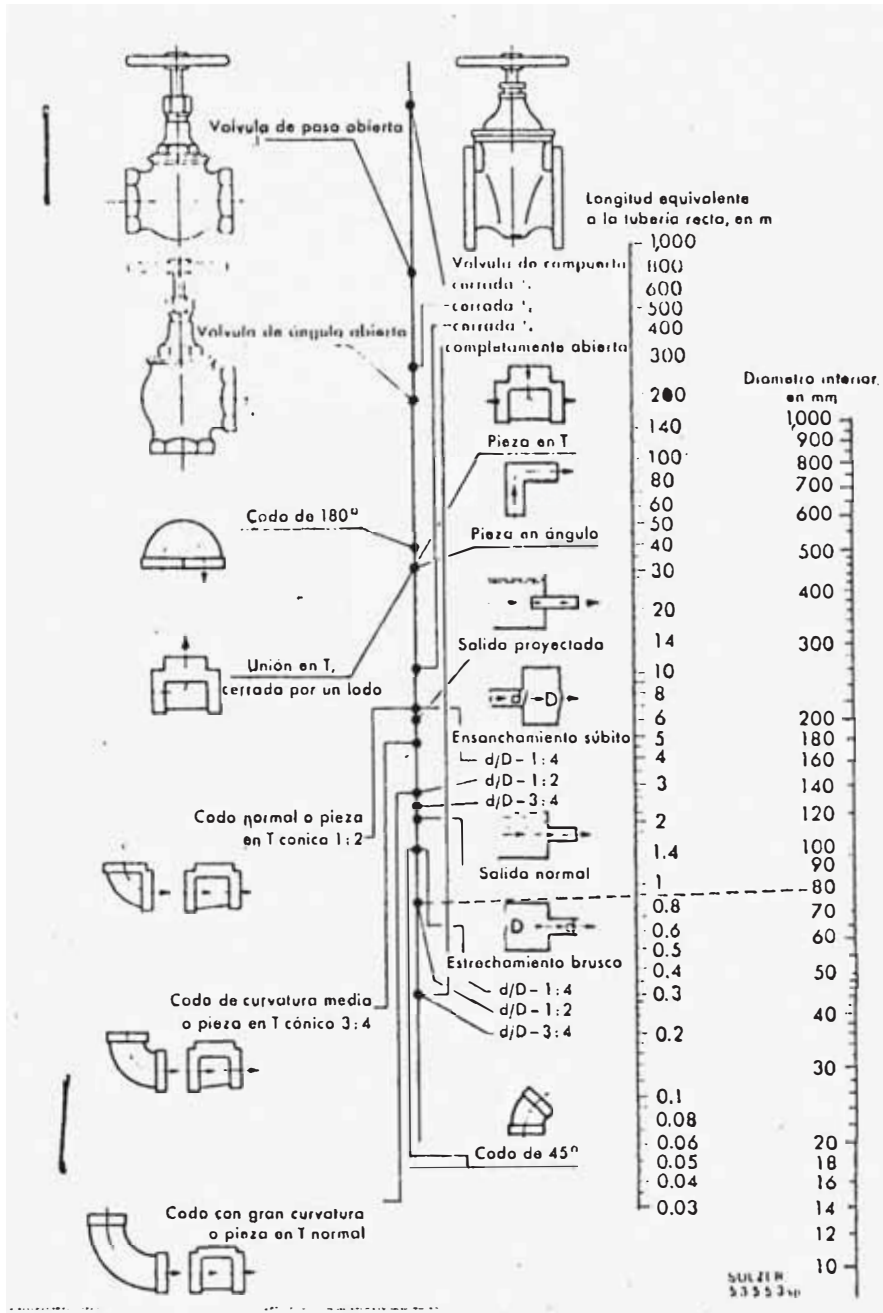
USANDO EN LA FORMULA DE WILLIAMS & HAZEN

Pipe Size	1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"		2"		2 1/2"		3"		4"		5"		6"		Pipe Size	
U. S. Gals. per Minute	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	Vel. ft. per Sec.	Head Loss in Ft.	U. S. Gals. per Minute	
2	2.10	7.4	1.20	1.9	1.49	2.14	1.86	.57	.63	.26	.26	.33	.52	.11	.11	.15	.22	.28	.35	.43	.51	.60	2	
4	4.2	27.0	2.41	7.0	2.23	4.55	1.29	1.20	.94	.56	.61	.20	.33	.52	.11	.11	.15	.22	.28	.35	.43	.51	4	
6	6.3	57.0	3.61	14.7	2.98	7.8	1.72	2.03	1.26	.95	.82	.33	.52	.11	.11	.15	.22	.28	.35	.43	.51	.60	6	
8	8.42	98.0	4.81	25.0	3.72	11.7	2.14	3.05	1.57	1.43	1.02	.50	.65	.17	.45	.07	.10	.13	.16	.20	.24	.28	8	
10	10.52	147.0	6.02	38.0	4.46	16.4	2.57	4.3	1.89	2.01	1.23	.79	.78	.23	.54	.10	.13	.16	.20	.24	.28	.33	10	
12			7.22	53.0	5.16	25.0	3.21	6.5	2.36	3.00	1.53	1.08	.98	.36	.68	.15	.18	.22	.26	.31	.36	.41	12	
15			9.02	80.0	6.89	35.0	3.86	9.1	2.83	4.24	1.84	1.49	1.18	.50	.82	.21	.25	.30	.35	.40	.46	.51	15	
18			10.84	108.2	7.44	42.0	4.29	11.1	3.15	5.20	2.04	1.82	1.31	.61	.91	.25	.31	.37	.43	.49	.56	.63	18	
20			12.03	136.0	9.30	64.0	5.36	16.6	3.80	7.30	2.55	2.73	1.63	.92	1.13	.38	.46	.54	.62	.71	.80	.89	20	
25					11.15	89.0	6.43	23.0	4.72	11.0	3.08	3.64	1.96	1.29	1.36	.54	.64	.75	.86	.97	.108	.119	25	
30					13.02	119.0	7.51	31.2	5.51	14.7	3.57	5.10	2.29	1.72	1.59	.71	.83	.97	.111	.126	.142	.158	30	
35																								35
40					14.88	152.0	8.58	40.0	6.30	18.8	4.08	6.6	2.61	2.20	1.87	.91	1.02	.117	.130	.145	.161	.177	40	
45							9.65	50.0	7.08	23.2	4.60	8.2	2.94	2.80	2.04	1.15	1.15	.28	.32	.37	.42	.47	45	
50							10.72	60.0	7.87	28.4	5.11	9.9	3.27	3.32	2.27	1.38	1.28	.34	.41	.48	.55	.62	50	
55							11.78	72.0	8.66	34.0	5.62	11.8	3.59	4.01	2.45	1.58	1.41	.41	.50	.58	.67	.76	55	
60							12.87	85.0	9.44	39.6	6.13	13.9	3.92	4.65	2.72	1.92	1.53	.47	.57	.66	.76	.86	60	
65							13.92	99.7	10.23	45.9	6.64	16.1	4.24	5.4	2.89	2.16	1.66	.53	1.06	.119	.142	.166	65	
70							15.01	113.0	11.02	53.0	7.15	18.4	4.58	6.2	3.18	2.57	1.79	.63	1.14	.127	.151	.177	70	
75							16.06	129.0	11.80	60.0	7.66	20.9	4.91	7.1	3.33	3.00	1.91	.73	1.22	.136	.161	.188	75	
80							17.16	145.0	12.59	68.0	8.17	23.7	5.23	7.9	3.63	3.26	2.04	.81	1.31	.151	.177	.204	80	
85							18.21	163.8	13.38	75.0	8.68	26.5	5.56	8.1	3.78	3.54	2.17	.91	1.39	.166	.192	.220	85	
90							19.30	180.0	14.71	84.0	9.19	29.4	5.88	9.8	4.09	4.08	2.30	1.00	1.47	.181	.208	.236	90	
95								14.93	93.0	9.70	32.6	6.21	10.8	4.77	4.33	2.47	1.12	1.55	.38	1.08	.15	.18	95	
100								15.74	102.0	10.21	35.8	6.54	12.0	4.54	4.96	2.55	1.22	1.63	.41	1.13	.17	.20	100	
110								17.31	122.0	11.23	42.9	7.18	14.5	5.00	6.0	2.81	1.46	1.79	.49	1.25	.21	.24	110	
120								18.89	143.0	12.25	50.0	7.84	16.8	5.45	7.0	3.06	1.77	1.96	.58	1.36	.24	.27	120	
130								20.46	166.0	13.28	48.0	8.48	18.7	5.91	8.1	3.31	1.97	2.12	.67	1.47	.27	.31	130	
140	.90	.08						22.04	190.0	14.30	67.0	9.15	22.3	6.55	9.2	3.57	2.28	2.29	.76	1.59	.32	.37	140	
150	.96	.09							15.32	76.0	9.81	23.5	6.82	10.5	3.82	2.62	2.45	.88	1.70	.36	.41	.46	150	
160	1.02	.10							16.34	86.0	10.46	29.0	7.26	11.8	4.08	2.91	2.61	.98	1.87	.40	.45	.51	160	
170	1.08	.11							17.36	96.0	11.11	34.1	7.71	13.3	4.33	3.26	2.77	1.08	1.92	.45	.51	.57	170	
180	1.15	.13							18.38	107.0	11.76	35.7	8.17	14.0	4.60	3.61	2.94	1.22	2.04	.50	.56	.62	180	
190	1.21	.14							19.40	118.0	12.42	39.6	8.63	15.5	4.84	4.01	3.10	1.35	2.16	.55	.61	.67	190	
200	1.28	.15							20.42	129.0	13.07	43.1	9.08	17.8	5.11	4.4	3.27	1.48	2.27	.62	.68	.74	200	
220	1.40	.18	.90	.06					22.47	154.0	14.38	52.0	9.99	21.3	5.62	5.2	3.59	1.77	2.50	.73	.80	.87	220	
240	1.53	.22	.98	.07					24.52	182.0	15.69	61.0	10.89	25.1	6.13	6.2	3.92	2.04	2.72	.87	.94	1.01	240	
260	1.66	.25	1.06	.08					26.55	211.0	16.99	70.0	11.80	29.1	6.64	7.2	4.25	2.41	2.93	1.00	260			
280	1.79	.28	1.15	.09						18.30	81.0	12.71	33.4	7.15	8.2	4.58	2.77	3.18	1.14	280				
300	1.91	.32	1.22	.11						19.61	92.0	13.62	38.0	7.66	9.3	4.90	3.14	3.40	1.32	300				
320	2.05	.37	1.31	.12						20.92	103.0	14.52	42.8	8.17	10.5	5.23	3.54	3.64	1.47	320				
340	2.18	.41	1.39	.14						22.22	116.0	15.43	47.9	8.68	11.7	5.54	3.97	3.84	1.62	340				
360	2.30	.45	1.47	.15						23.53	128.0	16.34	53.0	9.19	13.1	5.87	4.41	4.08	1.83	360				
380	2.43	.50	1.55	.17	1.08	.069				24.84	142.0	17.25	49.0	9.69	14.0	6.19	4.86	4.31	2.00	380				
400	2.60	.54	1.63	.19	1.14	.075				26.14	156.0	18.16	65.0	10.21	16.0	6.54	5.4	4.55	2.20	400				
450	2.92	.68	1.84	.23	1.28	.095					20.40	78.0	11.49	19.6	7.35	6.7	5.11	2.74	450					
500	3.19	.82	2.04	.28	1.42	.113	1.04	.06			22.70	98.0	12.77	24.0	8.17	8.1	5.68	2.90	500					
550	3.52	.97	2.24	.33	1.56	.135	1.15	.07			24.96	117.0	14.04	28.7	8.99	9.6	6.25	3.96	550					
600	3.84	1.14	2.45	.39	1.70	.159	1.25	.08				27.23	137.0	15.32	33.7	9.80	11.3	6.81	4.65	600				
650	4.17	1.34	2.65	.45	1.84	.19	1.37	.09				16.59	39.0	10.62	13.2	7.38	5.40	650						
700	4.46	1.54	2.86	.52	1.99	.22	1.46	.10				17.87	44.9	11.44	15.1	7.95	6.21	700						
750	4.80	1.74	3.06	.59	2.13	.24	1.58	.11				19.15	51.0	12.26	17.2	8.50	7.12	750						
800	5.10	1.90	3.26	.66	2.27	.27	1.67	.13				20.42	57.0	13.07	19.4	9.08	7.96	800						
850	5.48	2.20	3.47	.75	2.41	.31	1.79	.14	1.36	.08			21.70	64.0	13.89	21.7	9.65	8.93	850					
900	5.75	2.46	3.67	.83	2.56	.34	1.88	.16	1.44	.084				22.98	71.0	14.71	24.0	10.20	10.11	900				
950	6.06	2.87	3.88	.91	2.70	.38	2.00	.18	1.52	.095						15.52	26.7	10.77	11.20	950				
1000	6.38	2.97	4.08	1.03	2.84	.41	2.10	.19	1.60	.10						16.34	29.2	11.34	12.04	1000				
1100	7.03	3.52	4.49	1.19	3.13	.49	2.31	.23	1.76	.12						17.97	34.9	12.48	14.55	1100				
1200	7.66	4.17	4.90	1.40	3.41	.58	2.52	.27	1.92	.14						19.61	40.9	13.61	17.10	1200				
1300	8.30	4.85	5.31	1.62	3.69	.67	2.71	.32	2.08	.17								14.72	18.4	20.0	1300			
1400	8.95	5.50	5.71	1.87	3.98	.78	2.92	.36	2.24	.19	1.43	.064							15.90	22.60	24.60	1400		
1500	9.58	6.24	6.12	2.13	4.26	.89	3.15	.41	2.39	.21	1.53	.07							17.02	25.60	29.60	1500		
1600	10.21	7.00	6.53	2.39	4.55	.98	3.34	.47	2.56	.24	1.63	.08							18.10	26.9	30.9	1600		
1800	11.50	8.78	7.35	2.95	5.11	1.21	3.75	.58	2.87	.30	1.84	.10	1.28	.04								1800		
2000	12.78	10.71	8.16	3.59	5.68	1.49	4.17	.71	3.19	.37	2.04	.12	1.42	.05								2000		
2200	14.05	12.78	8.98	4.24	6.25	1.81	4.59	.84	3.51	.44	2.25	.15	1.56	.06								2200		
2400	15.32	14.2	9.80	5.04	6.81	2.08	5.00	.99	3.83	.52	2.45	.17	1.70	.07	1.09	.02						2400		
2600																								

PERDIDAS DE CARGA POR FRICCION EN PIEZAS ESPECIALES

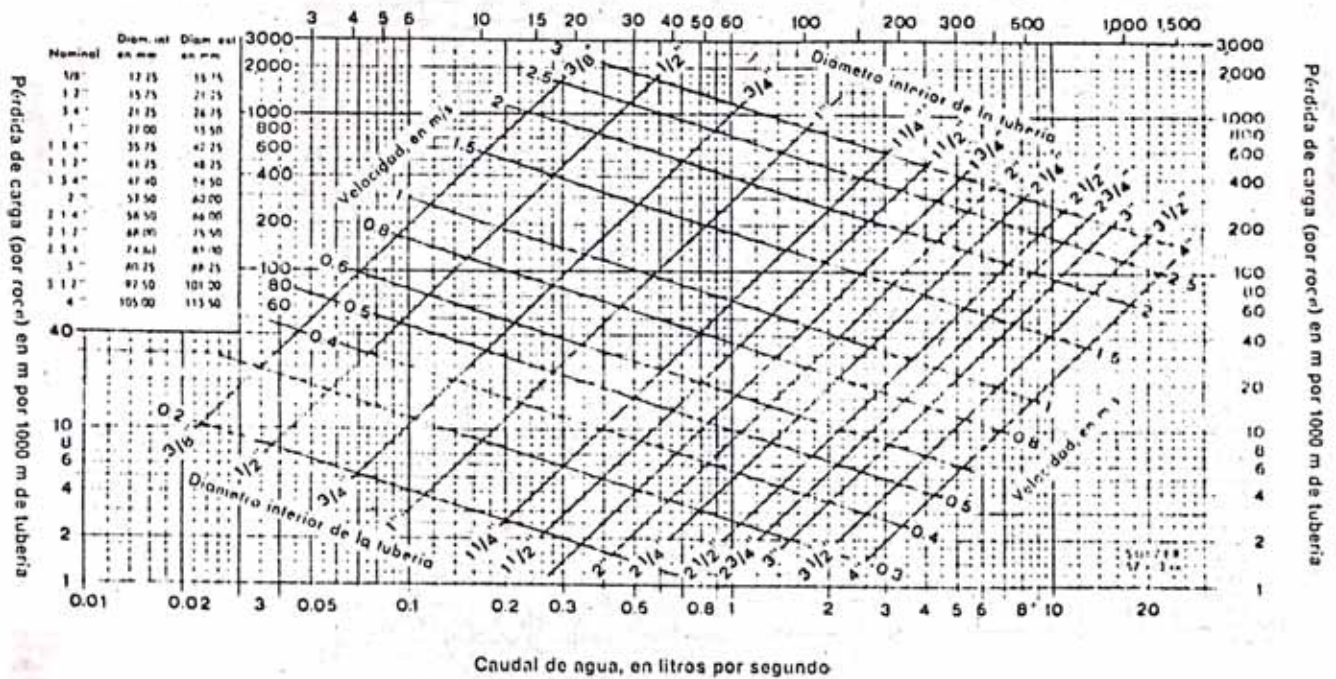
PARA TUBERIAS DE DESCARGA DE LAS BOMBAS

en Longitud equivalente

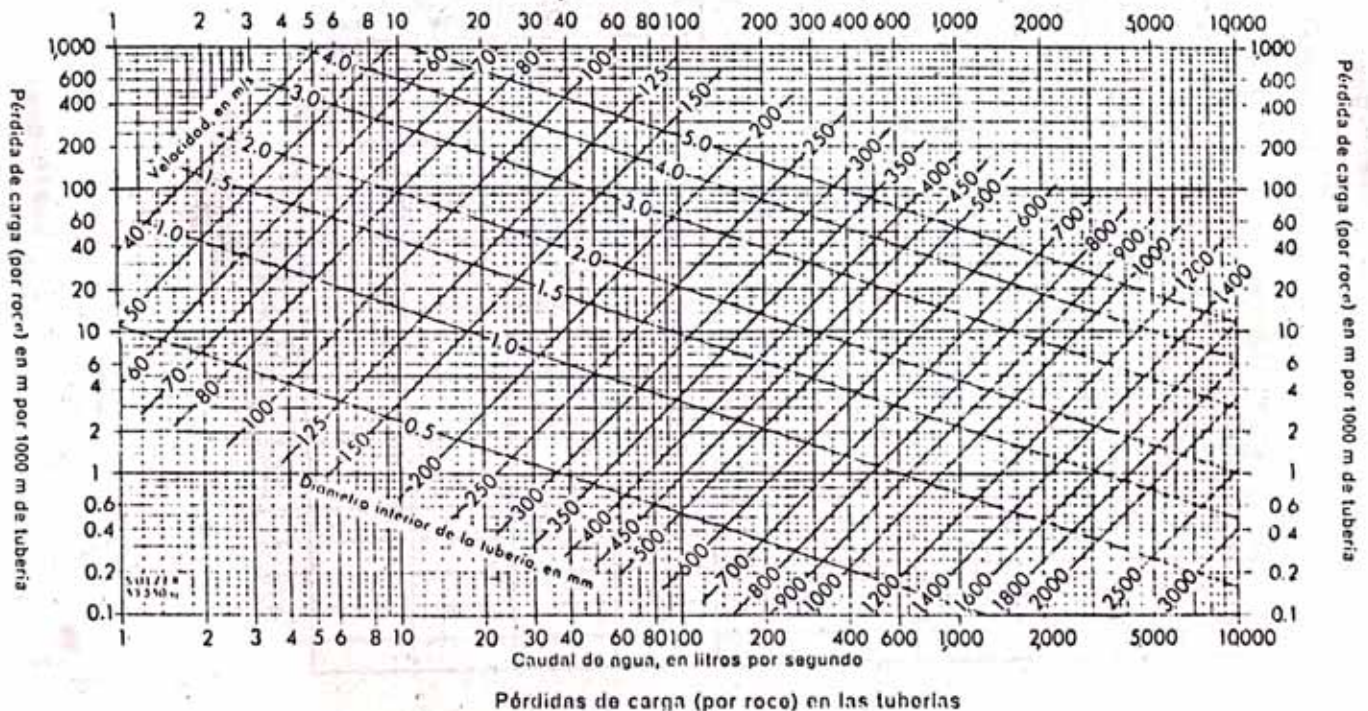


PERDIDAS POR FRICCION EN TUBERIAS DE FIERRO GALVANIZADO

Para tuberías nuevas hay que multiplicar estos valores por 0,7; caudal de agua, en litros por minuto



Las pérdidas de carga han de multiplicarse por 0,8 referidas a tuberías nuevas de hierro colado para tuberías con incrustaciones habrá que multiplicar las pérdidas de carga por 1,1 a 1,2



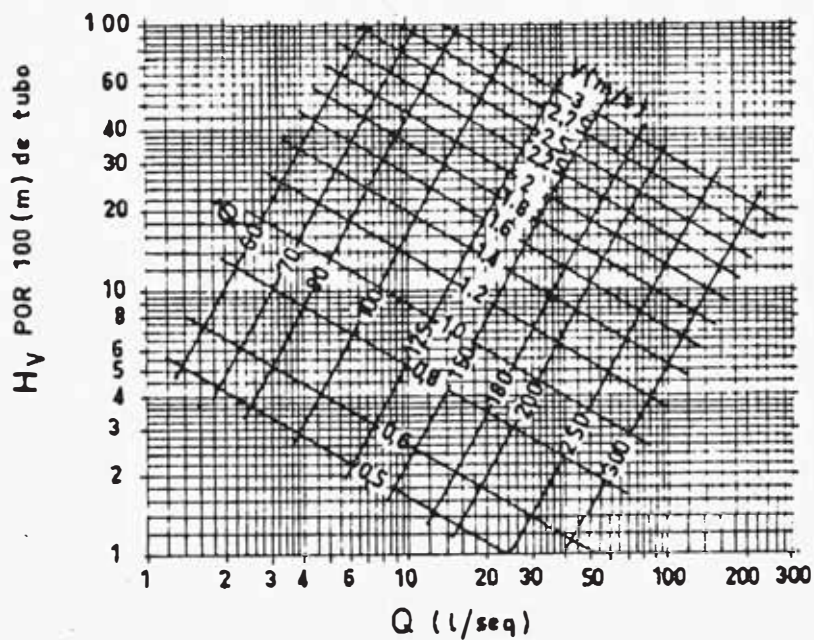
Pérdidas de carga (por roca) en las tuberías

PERDIDAS POR FRICCION EN PORCENTAJE PARA MANGUERAS y AGUA DE REGADJO

Flow in U. S. Gals. Per Min.	3/8"		1/2"		1"		1 1/4"		1 1/2"		2"		Flow in U. S. Gals. Per Min.
	Velocity in Feet Per Sec.	Friction Head in Feet	Velocity in Feet Per Sec.	Friction Head in Feet	Velocity in Feet Per Sec.	Friction Head in Feet	Velocity in Feet Per Sec.	Friction Head in Feet	Velocity in Feet Per Sec.	Friction Head in Feet	Velocity in Feet Per Sec.	Friction Head in Feet	
1.5	1.6	2.3	1.1	.97									1.5
2.5	2.6	6.0	1.8	2.5									2.5
5	5.2	21.4	3.6	8.9	2.0	2.2	1.3	.74	.9	.3			5
10	10.5	76.8	7.3	31.8	4.1	7.8	2.6	2.64	1.8	1.0	1.0	.2	10
15			10.9	68.5	6.1	16.8	3.9	5.7	2.7	2.3	1.5	.5	15
20	1.3	.32			8.2	28.7	5.2	9.6	3.6	3.9	2.0	.9	20
25	1.6	.51			10.2	43.2	6.5	14.7	4.5	6.0	2.5	1.4	25
30	2.0	.70	1.4	.3	12.2	61.2	7.8	20.7	5.4	8.5	3.1	2.0	30
35	2.3	.93	1.6	.4	14.3	80.5	9.1	27.6	6.4	11.2	3.6	2.7	35
40	2.6	1.2	1.8	.5			10.4	35.0	7.3	14.3	4.1	3.5	40
45	2.9	1.5	2.0	.6			11.7	43.0	8.2	17.7	4.6	4.3	45
50	3.3	1.8	2.3	.7			13.1	52.7	9.1	21.8	5.1	5.2	50
60	3.9	2.5	2.7	1.0			15.7	73.5	10.9	30.2	6.1	7.3	60
70	4.6	3.1	3.2	1.3					12.7	40.4	7.1	9.8	70
80	5.2	4.3	3.6	1.7					14.5	52.0	8.2	12.6	80
90	5.9	5.3	4.1	2.1	2.3	.5			16.3	64.2	9.2	15.7	90
100	6.5	6.5	4.5	2.6	2.5	.6			18.1	77.4	10.2	18.9	100
125	8.2	9.8	5.7	4.0	3.2	.9					12.8	28.6	125
150	9.8	13.8	6.8	5.6	3.8	1.3					15.3	40.7	150
175	11.4	18.1	7.9	7.4	4.5	1.8					17.9	53.4	175
200	13.1	23.4	9.1	9.6	5.1	2.3	3.3	.8	2.3	.32	20.4	68.5	200
225	14.7	29.0	10.2	11.9	5.7	2.9	3.7	1.0	2.6	.40			225
250	16.3	35.0	11.3	14.8	6.4	3.5	4.1	1.2	2.8	.49			250
275	18.0	42.0	12.5	17.7	7.0	4.2	4.5	1.4	3.1	.58			275
300	19.6	40.0	13.6	20.3	7.7	4.9	4.9	1.7	3.3	.69			300
325			14.7	23.5	8.3	5.7	5.3	2.0	3.7	.80			325
350			15.9	27.0	8.9	6.6	5.7	2.3	4.0	.90			350
375			17.0	30.7	9.6	7.4	6.1	2.6	4.3	1.0			375
400					10.2	8.4	6.5	2.9	4.5	1.1	2.6	.28	400
450					11.5	10.5	7.4	3.6	5.1	1.4	2.9	.35	450
500					12.8	12.7	8.2	4.3	5.7	1.7	3.2	.43	500
600					15.3	17.8	9.8	6.1	6.8	2.4	3.8	.60	600
700					17.9	23.7	11.4	8.1	7.9	3.3	4.5	.80	700
800							13.1	10.3	9.1	4.2	5.1	1.1	800
900							14.7	12.8	10.2	5.2	5.8	1.3	900
1000							16.3	15.6	11.4	6.4	6.4	1.6	1000
1100							17.9	18.5	12.5	7.6	7.0	1.9	1100
1200									13.6	9.2	7.7	2.3	1200
1300									14.7	10.0	8.3	2.6	1300
1400									15.9	11.9	8.9	3.0	1400
1500									17.0	13.6	9.6	3.3	1500
1600											10.2	3.7	1600
1800											11.5	4.7	1800
2000											12.8	5.7	2000
2500											16.0	8.6	2500
3000											19.1	12.2	3000

PERDIDA DE FRICCION EN TUBO DE ETERNIT Y CANASTILLA CON VALVULA DE PIE

TUBO DE ETERNIT



CANASTILLA CON VALVULA DE PIE

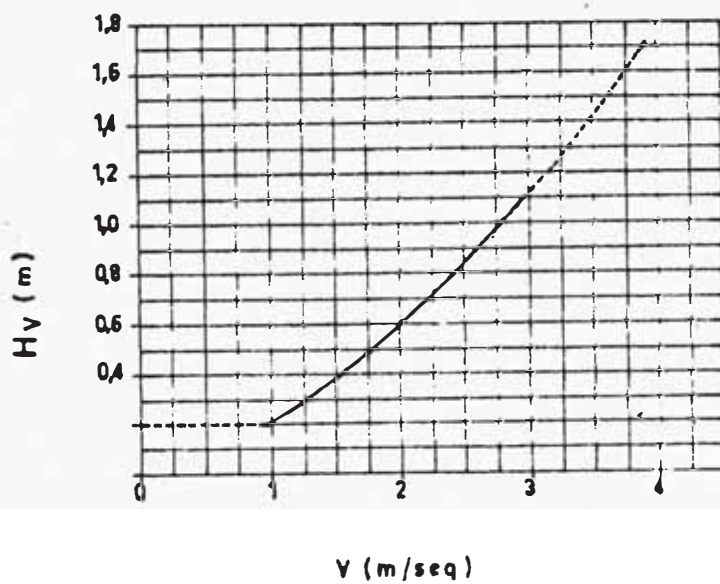
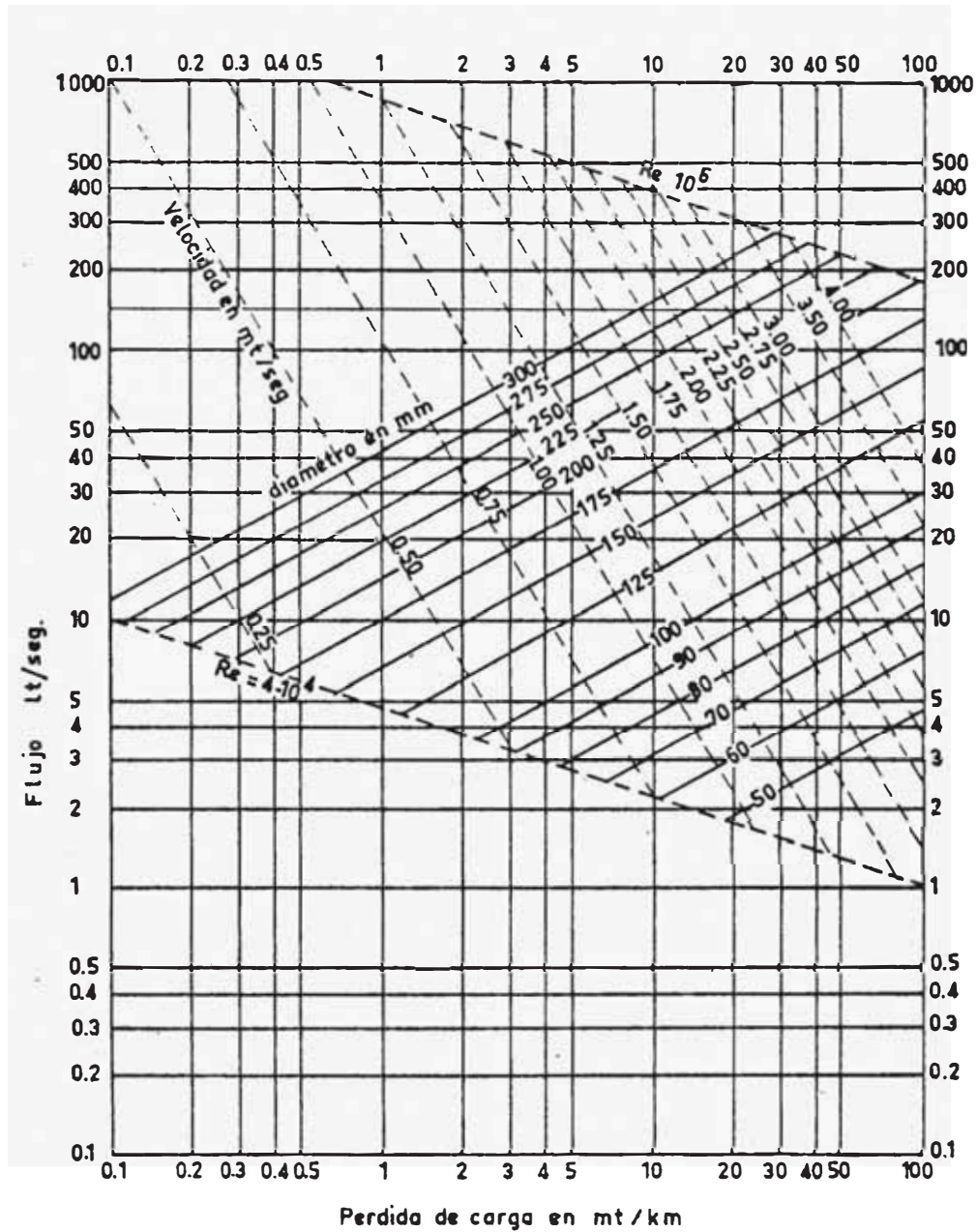


DIAGRAMA DE LAS PERDIDAS DE CARGA DE LA TUBERIA TIPO FORDUIT-PLASTICO.



PERDAS POR FRICCION PARA LIQUIDOS VISCOSOS

En (libras / pulg.)² por 100 pies

Tuberias de acero Sch-40, gravedad especifica de 1.00

GPM	Pipe Size	VISCOSITY—SAYBOLT SECONDS UNIVERSAL														
		20,000	25,000	30,000	40,000	50,000	60,000	70,000	80,000	90,000	100,000	125,000	150,000	175,000	200,000	300,000
3	2	19.3	24.1	28.9	38.5	48.2	58	67	77	87	96	120	145	169	193	482
	2½	9.5	11.8	14.2	19	23.7	28.4	33.2	37.9	42.6	47.4	59	71	83	95	237
	3	4	5	6	8	9.9	11.9	13.9	15.9	17.9	19.9	24.9	29.8	34.8	39.8	99
5	2	32	40	48.2	64	80	96	112	129	145	161	201	241	281	321	803
	2½	15.8	19.7	23.7	31.6	39.5	47.4	55	63	71	79	99	118	138	158	395
	3	6.6	8.3	9.9	13.3	16.6	19.9	23.2	26.5	29.8	33	41.4	49.7	58	66	166
7	2	45	56	67	90	112	135	157	180	202	225	281	337	393	450	.....
	2½	22.1	27.6	33.2	44.2	55	66	77	88	100	111	138	166	194	221	553
	3	9.3	11.6	13.9	18.6	23.2	27.8	32.5	37.1	41.7	46.4	58	70	81	93	232
10	2½	31.6	39.5	47.4	63	79	95	111	126	142	158	197	237	276	316	790
	3	15.3	16.6	19.9	25.5	31.1	37.0	43.4	50	56	63	83	99	116	133	331
	4	4.8	5.6	6.7	8.9	11.0	13.4	15.6	17.9	20.1	22.3	27.9	33.5	39.1	44.7	112
15	2½	47.4	59	71	93	118	143	168	193	218	243	296	350	404	474	.....
	3	19.9	24.9	29.8	39.5	49.7	59	70	80	90	99	124	149	174	199	497
	4	6.7	8.3	10.1	13.4	16.6	19.9	23.2	26.5	29.8	33	41.4	49.7	58	66	166
20	3	25.5	31.1	36.8	48	60	72	84	96	108	119	145	170	195	220	663
	4	9.9	11.2	13.4	17.9	21.1	24.8	28.3	31.8	35.7	39.3	48.7	58	67	78	223
	6	1.7	2.2	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	7.0	7.9	8.8	10.8	12.8	14.8	17.0	42.3
25	3	33.1	41.4	49.7	65	83	100	116	133	149	166	207	249	290	331	823
	4	11.2	14	16.8	22.3	27.9	33.8	39.1	44.7	50	55	70	84	99	118	279
	6	2.2	2.7	3.2	4.3	5.4	6.5	7.6	8.7	9.8	10.8	13.5	16.3	19	21.7	54
30	3	39.8	49.7	59	77	99	119	139	159	179	199	249	299	349	.....
	4	13.4	16.8	20.1	26.8	33.5	40.2	46.9	54	60	67	84	101	117	134	335
	6	2.6	3.3	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	11.7	13	16.3	19.5	22.7	25	65
40	3	53	66	80	106	133	160	187	214	239	265	331	399	464	532	.....
	4	17.9	22.3	26.8	35.7	44.7	54	63	72	80	89	112	134	156	179	447
	6	3.5	4.3	5.2	6.9	8.7	10.4	12.1	13.9	15.6	17.3	21.7	26	30.8	34.7	87
50	4	22.3	27.9	33.5	44.7	56	67	78	89	101	112	140	168	195	223	559
	6	4.3	5.4	6.5	8.7	10.8	13	15.2	17.3	19.5	21.7	27.1	32.5	37.9	43.3	108
	8	1.5	1.8	2.1	2.9	3.6	4.3	5.1	5.8	6.5	7.3	9	10.8	12.6	14.5	26.1
60	4	25.8	31.5	37.2	48.4	60	72	84	96	107	121	154	183	201	235	670
	6	5.2	6.5	7.8	10.4	13	16	18.3	20.8	23.4	26	32.5	39	45.8	52	130
	8	1.7	2.2	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	7.0	7.9	8.7	10.8	13	15.2	17.3	43.4
70	4	31.3	39.1	46.9	63	79	94	110	125	141	156	194	235	274	313	783
	6	6.1	7.6	9.1	12.1	15.2	18.4	21.2	24.3	27.3	29.3	37.9	45.8	53	61	152
	8	2	2.5	3	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	12.6	15.2	17.7	20.3	51
80	6	6.9	8.7	10.4	13.9	17.3	20.8	24.3	27.7	31.2	34.7	43.3	52	61	69	173
	8	2.3	2.9	3.5	4.6	5.6	6.9	8.1	9.3	10.4	11.6	14.5	17.3	20.2	23.1	58
	10	0.93	1.2	1.4	1.9	2.3	2.8	3.3	3.7	4.2	4.7	5.8	7	8.2	9.3	23.3
90	6	7.8	9.8	11.7	15.6	19.5	23.4	27.3	31.2	35.1	39	48.7	59	69	78	198
	8	2.6	3.3	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	11.7	13	16.3	19.5	22.8	25	63
	10	1.1	1.3	1.6	2.1	2.6	3.1	3.7	4.2	4.7	5.2	6.6	7.9	9.2	10.5	25.3
100	6	8.7	10.8	13	17.3	21.7	26	30.3	34.7	39	43.3	54	65	76	87	217
	8	2.9	3.6	4.3	5.8	7.2	8.7	10.1	11.6	13	14.5	18.1	21.7	25.3	28.9	72
	10	1.2	1.5	1.8	2.4	2.9	3.5	4.2	4.7	5.3	5.8	7.3	8.7	10.2	11.6	29.1

FLUJO LAMINAR

Para líquidos de gravedad especifica diferente que 1.00 multiplican los valores de la tabla por la gravedad especifica de ese liquido. (mas 15 % recomendado).

*Para los líquidos con densidad específica
de 1.00, en libras / pulgada² por 100 pies
tuberías de acero Sch-40, gravedad específica de 1.00*

GPM	Pipe Size	VISCOSITY—SAYBOLT SECONDS UNIVERSAL																	
		100	200	300	400	500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10,000	15,000
120	3	2.7	3.1	3.2	1.2	1	8	11.9	15.9	19.9	23.9	31.8	39.8	47.7	56	61	72	80	119
	4	0.73	0.81	0.81	1.1	1.3	2.7	4	5.1	6.7	8	10.7	13.1	16.1	18.8	21.4	24.1	26.8	40.2
	6	0.09	0.11	0.16	0.21	0.26	0.52	0.78	1.0	1.3	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.2	4.7	5.2	7.8
140	3	3.4	4	4.3	1.3	1.6	9.3	13.9	18.6	23.2	27.8	37.1	46.4	56	65	74	84	93	139
	4	0.95	1.1	1.1	1.4	1.6	3.7	4.7	6.3	7.8	9.4	12.5	15.6	18.8	21.9	25	28.2	31.3	46.9
	6	0.13	0.15	0.18	0.21	0.30	0.61	0.91	1.2	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.9	5.5	6.1	9.1
160	3	4.4	5	5.7	5.7	5.7	10.6	15.9	21.2	26.5	31.8	42.1	53	64	74	85	95	106	159
	4	1.2	1.4	1.4	1.4	1.8	3.6	5.1	7.2	8.9	10.7	13.3	17.9	21.5	25	28.6	32.2	35.7	51
	6	0.17	0.18	0.21	0.28	0.35	0.69	1.0	1.4	1.7	2.1	2.8	3.5	4.2	4.9	5.5	6.2	6.9	10.4
180	3	5.3	6.3	7	7	7	11.9	17.9	23.9	29.8	35.8	47.7	60	72	84	95	107	119	179
	4	1.5	1.8	1.8	1.8	2	4	6	8	10.1	12.1	16.1	20.1	24.1	28.1	32.2	36.2	40.2	60
	6	0.2	0.21	0.24	0.31	0.39	0.78	1.2	1.6	2.0	2.3	3.1	3.9	4.7	5.5	6.2	7	7.8	11.7
200	3	6.5	7.7	8.8	8.8	8.8	13.3	19.9	26.5	33.1	39.8	53	66	80	93	106	119	133	199
	4	1.8	2.2	2.2	2.2	2.2	4.5	6.7	8.9	11.2	13.4	17.9	22.3	26.8	31.3	35.7	40.2	44.7	67
	6	0.25	0.3	0.3	0.43	0.43	0.87	1.3	1.7	2.2	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	13
250	4	2.6	3.2	3.5	3.5	3.5	5.0	8.4	11.2	14	16.8	22.3	27.9	33.5	39.1	44.7	50	56	84
	6	0.36	0.43	0.45	0.45	0.51	1.1	1.6	2.2	2.8	3.3	4.3	5.4	6.5	7.6	8.7	9.8	10.8	16.3
	8	0.095	0.12	0.12	0.15	0.18	0.36	0.54	0.72	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5	2.9	3.3	3.6	5.4
300	4	3.7	4.3	5	5	5	6.7	10.1	13.4	16.8	20.1	26.8	33.5	40.2	47	54	60	67	101
	6	0.5	0.6	0.65	0.65	0.65	1.3	2	2.6	3.3	3.9	5.2	6.6	7.8	9.1	10.4	11.7	13	19.5
	8	0.13	0.17	0.17	0.18	0.22	0.43	0.65	0.87	1.1	1.3	1.7	2.2	2.6	3	3.5	3.9	4.3	6.5
400	6	0.82	1	1.1	1.2	1.2	1.7	2.6	3.5	4.3	5.2	6.9	8.7	10.4	12.1	13.9	15.6	17.3	26
	8	0.23	0.27	0.29	0.29	0.29	0.58	0.87	1.2	1.5	1.7	2.3	2.9	3.5	4.1	4.6	5.2	5.8	8.7
	10	0.08	0.09	0.1	0.1	0.12	0.23	0.35	0.47	0.58	0.7	0.93	1.2	1.4	1.6	1.9	2.1	2.3	3.5
500	6	1.2	1.5	1.6	1.8	1.8	2.2	3.2	4.3	5.4	6.5	8.7	10.8	13	15.2	17.3	19.5	21.7	32.5
	8	0.33	0.39	0.44	0.47	0.47	0.72	1.1	1.5	1.8	2.2	2.9	3.6	4.3	5.1	5.8	6.5	7.2	10.8
	10	0.11	0.14	0.15	0.15	0.15	0.29	0.44	0.58	0.73	0.87	1.2	1.5	1.8	2	2.3	2.6	2.9	4.4
600	6	1.8	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	3.9	5.2	6.5	7.8	10.4	13	16	18.2	20.8	23.4	26	39
	8	0.47	0.57	0.62	0.67	0.67	0.87	1.3	1.7	2.2	2.6	3.5	4.3	5.2	6.1	6.9	7.8	8.7	13
	10	0.16	0.18	0.2	0.22	0.22	0.35	0.52	0.7	0.87	1.1	1.4	1.8	2.1	2.4	2.8	3.3	3.5	5.2
700	6	2.3	2.7	3	3.2	3.5	3.6	4.6	6.1	7.6	9.1	12.1	15.2	18.4	21.2	24.3	27.3	30.3	45.5
	8	0.6	0.71	0.82	0.89	0.93	1	1.5	2	2.5	3	4.1	5.1	6.1	7.1	8.1	9.1	10.1	15.2
	10	0.2	0.25	0.27	0.3	0.3	0.41	0.61	0.82	1	1.2	1.6	2	2.4	2.9	3.3	3.7	4.1	6.1
800	6	2.8	3.5	3.7	4	4.2	4.8	5.2	6.9	8.7	10.4	13.9	17.3	20.8	24.3	27.7	31.2	34.7	52
	8	0.78	0.94	1	1.1	1.2	1.2	1.7	2.3	2.9	3.5	4.6	5.8	6.9	8.1	9.3	10.4	11.6	17.3
	10	0.26	0.3	0.34	0.38	0.4	0.4	0.7	0.92	1.2	1.4	1.9	2.3	2.8	3.3	3.7	4.2	4.7	7
900	6	3.5	4.3	4.6	5.0	5.2	6	6	7.8	9.8	11.7	15.6	19.5	23.4	27.3	31.2	35.1	39	58.5
	8	0.95	1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	2	2.6	3.3	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	11.7	13	19.5
	10	0.32	0.37	0.41	0.46	0.5	0.52	0.79	1.1	1.3	1.6	2.1	2.6	3.1	3.7	4.2	4.7	5.2	7.9
1000	8	1.1	1.4	1.5	1.6	1.8	1.9	2.2	2.9	3.6	4.3	5.8	7.2	8.7	10.1	11.6	13	14.5	21.7
	10	0.38	0.45	0.5	0.55	0.6	0.6	0.87	1.2	1.5	1.8	2.3	2.9	3.5	4.1	4.7	5.2	5.8	8.7
	12	0.17	0.2	0.22	0.24	0.25	0.25	0.43	0.58	0.72	0.87	1.2	1.5	1.7	2	2.3	2.6	2.9	4.5

FLUJO TURBULENTO

FLUJO LAMINAR

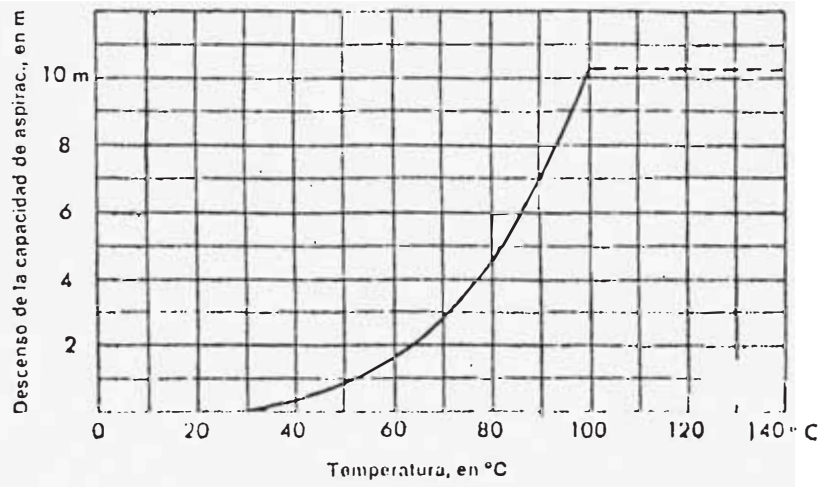
*Para líquidos de GRAVEDAD ESPECÍFICA diferente que 1.00
multiplicar los valores de la tabla por la gravedad
específica de ese líquido. (agregar 15% de margen)*

**PERDIDA DE CARGA POR FRICCIÓN EN LAS
COLUMNAS DE DESCARGA DE BOMBAS DE
TURBINA VERTICAL. En % de LONGITUD.**

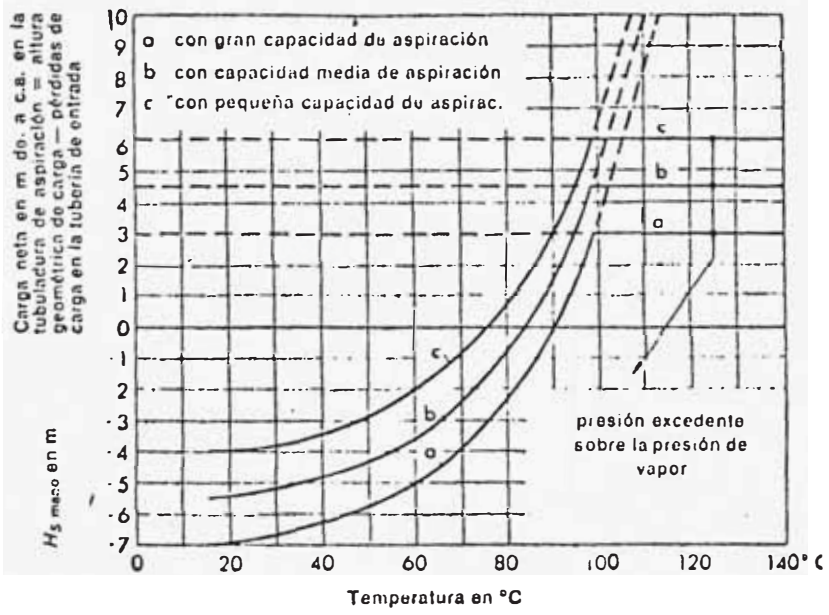
TUBO AGUA	4"			5"			6"			8"			10"				12"				14"				
	1 1/4	1 1/2	2	1 1/4	1 1/2	2	1 1/2	2	2 1/2	2	2 1/2	3	2	2 1/2	3	3 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	2 1/2	3	3 1/2	4	
50	0.65	0.86	1.6																						
75	1.3	1.7	3.3																						
100	2.2	2.8	5.3	0.54	0.65	0.94																			
125	3.2	4.2	7.8	0.81	0.96	1.4																			
150	4.4	5.8		1.1	1.3	1.9																			
175	5.8	7.5		1.5	1.7	2.5																			
200	7.3	9.4		1.8	2.2	3.1	0.73	0.96	1.4																
225				2.3	2.7	3.9	0.90	1.2	1.7																
250				2.7	3.3	4.7	1.1	1.4	2.0																
275				3.3	3.9	6.6	1.3	1.7	2.4																
300				3.8	4.5	6.4	1.5	2.0	2.8																
325				4.4	5.2	7.4	1.7	2.3	3.2																
350				6.0	6.0	8.4	2.0	2.6	3.6																
375				5.6	6.7	9.5	2.2	2.9	4.1																
400				6.3	7.5		2.5	3.3	4.6	0.61	0.74	1.0													
450				7.8	9.3		3.1	4.1	5.7	0.77	0.91	1.3													
500							3.7	5.0	6.9	0.93	1.1	1.5													
550							4.4	5.8		1.1	1.3	1.8													
600							5.2	6.8		1.3	1.5	2.1													
650							6.0			1.5	1.8	2.5													
700										1.7	2.0	2.8													
750										1.9	2.3	3.2													
800										2.2	2.6	3.6	0.57	0.65	0.77	0.95									
850										2.4	2.9	4.0	0.63	0.72	0.86	1.1									
900										2.7	3.2	4.5	0.70	0.80	0.96	1.2									
950										2.9	3.6	4.9	0.77	0.88	1.1	1.3									
1000										3.2	3.9	5.4	0.85	0.97	1.2	1.4	0.34	0.38	0.44	0.50					
1200										4.5	5.4	7.6	1.2	1.4	1.6	2.0	0.47	0.54	0.62	0.71					
1400										6.0	7.2	10	1.6	1.8	2.2	2.7	0.62	0.71	0.82	0.94					
1600										7.6	9.1	13	2.0	2.3	2.8	3.4	0.80	0.90	1.1	1.2	0.47	0.53	0.59	0.67	
1800										9.4	11		2.5	2.8	3.4	4.3	0.99	1.1	1.3	1.5	0.58	0.65	0.73	0.84	
2000										11	13		3.0	3.5	4.2	5.2	1.2	1.4	1.6	1.8	0.71	0.80	0.89	1.0	
2200													3.6	4.1	5.0	6.1	1.4	1.6	1.9	2.1	0.85	0.95	1.1	1.2	
2400													4.2	4.9	5.8	7.2	1.7	1.9	2.2	2.5	0.99	1.1	1.2	1.4	
2600													4.9	5.6	6.8	8.2	1.9	2.2	2.5	2.9	1.1	1.3	1.4	1.6	
2800													5.6	6.4	7.8	9.6	2.2	2.5	2.8	3.3	1.3	1.5	1.6	1.9	
3000													6.4	7.4	8.8	10	2.5	2.9	3.3	3.8	1.5	1.7	1.9	2.1	
3200																	2.8	3.2	3.7	4.3	1.7	1.9	2.1	2.4	
3400																	3.2	3.6	4.2	4.8	1.9	2.1	2.4	2.9	
3600																	3.5	4.0	4.7	5.3	2.1	2.4	2.6	2.9	
3800																	3.9	4.4	5.1	5.9	2.3	2.6	2.9	3.3	
4000																	4.3	4.9	5.6	6.4	2.5	2.9	3.2	3.6	
4200																	4.7	5.3	6.2	7.1	2.8	3.1	3.5	3.9	
4400																	5.1	5.8	6.7	7.7	3.0	3.4	3.8	4.3	
4600																	5.6	6.3	7.4	8.4	3.3	3.7	4.0	4.6	
4800																	6.0	6.8	7.9	9.0	3.5	4.0	4.4	5.0	
5000																					3.8	4.3	4.8	5.4	
5200																					4.2	4.7	5.2	5.9	
5500																					4.6	5.1	5.7	6.4	
5750																					5.0	5.5	6.2	6.9	
6000																					5.4	6.0	6.7		

Nota: Tabla obtenida de los fabricantes de Bombas "FLOWAY" CALIFORNIA.

Ing. Eduardo Coffer G.



Descenso de la capacidad de aspiración, en función de la temperatura



Alturas de aspiración o de carga a la entrada, en función de la temperatura y de la capacidad de aspiración

TABLA DE CORRECCIONES PARA TEMPERATURAS

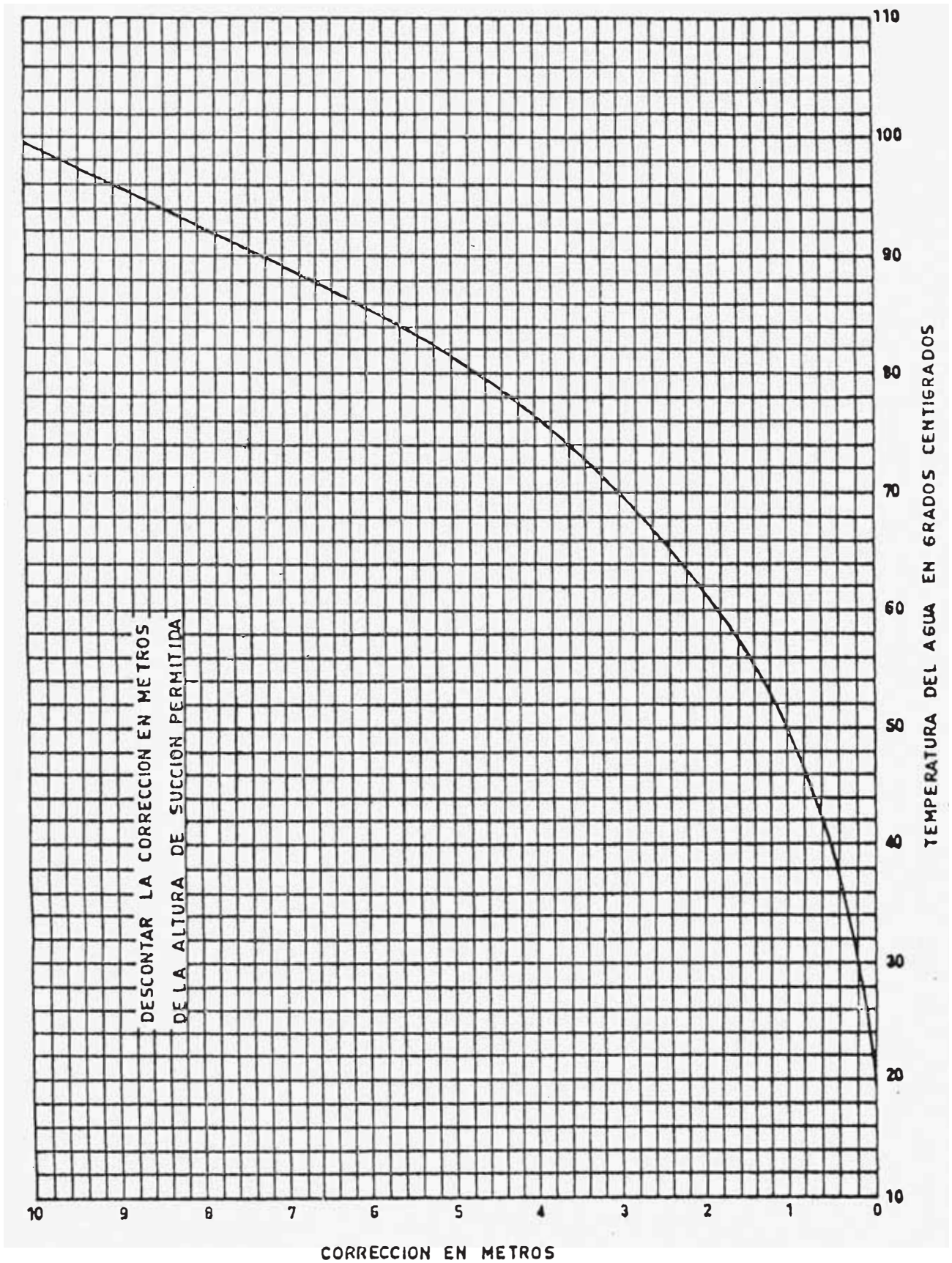
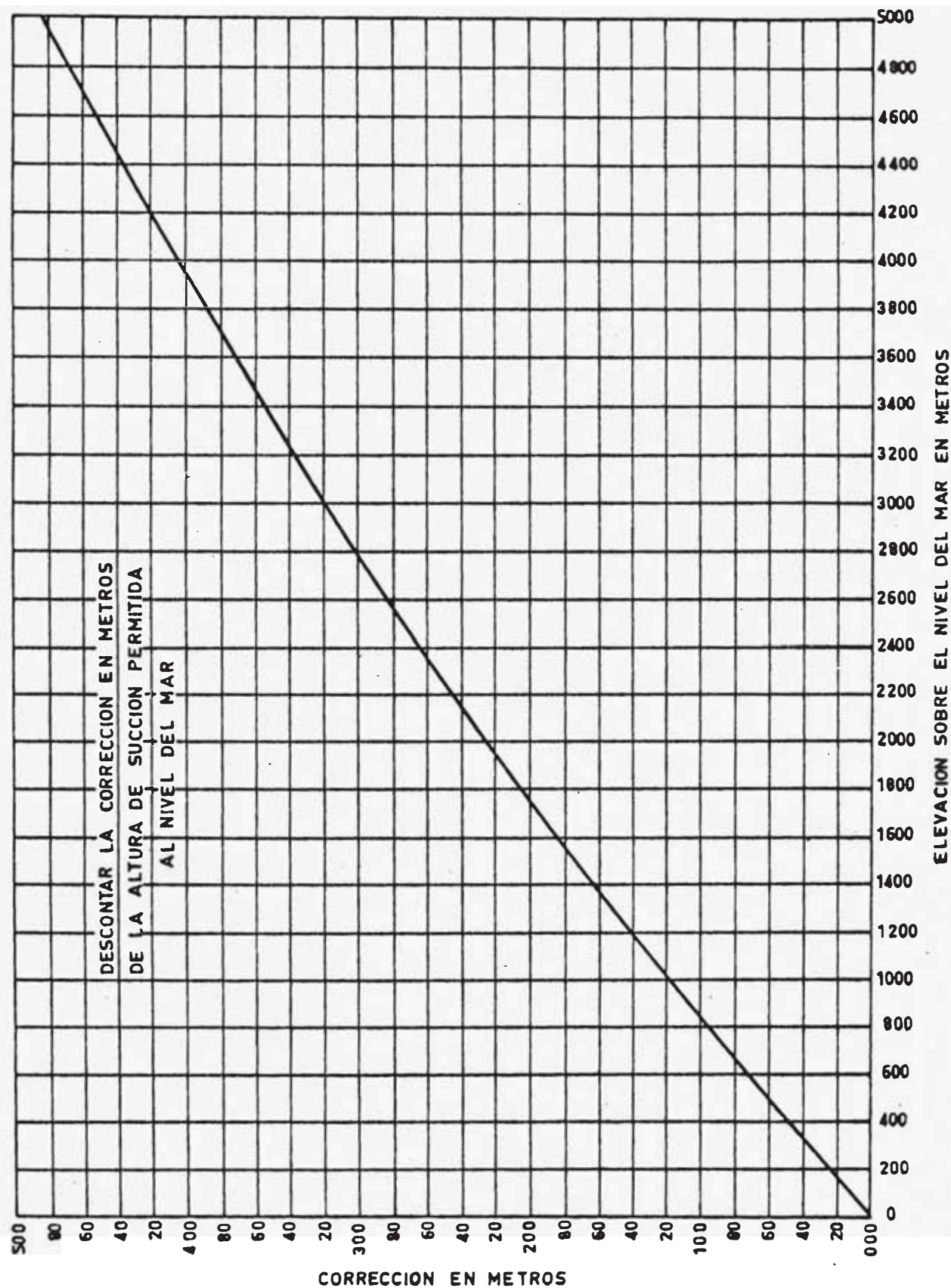
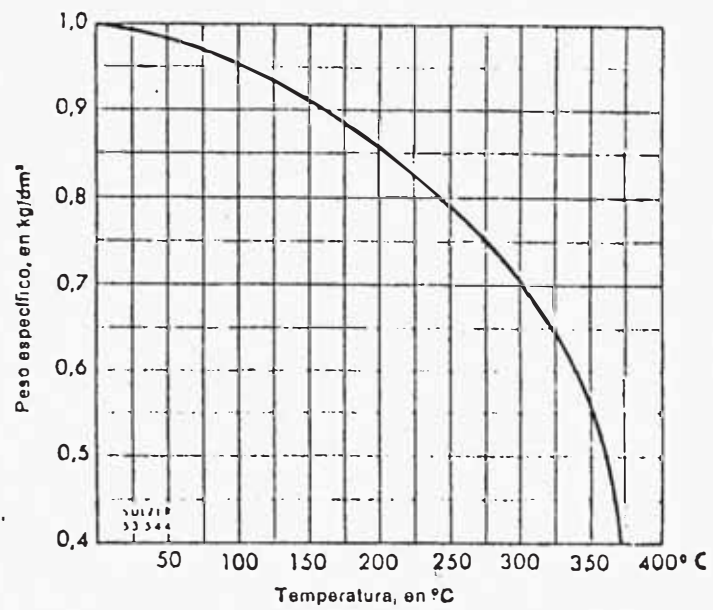
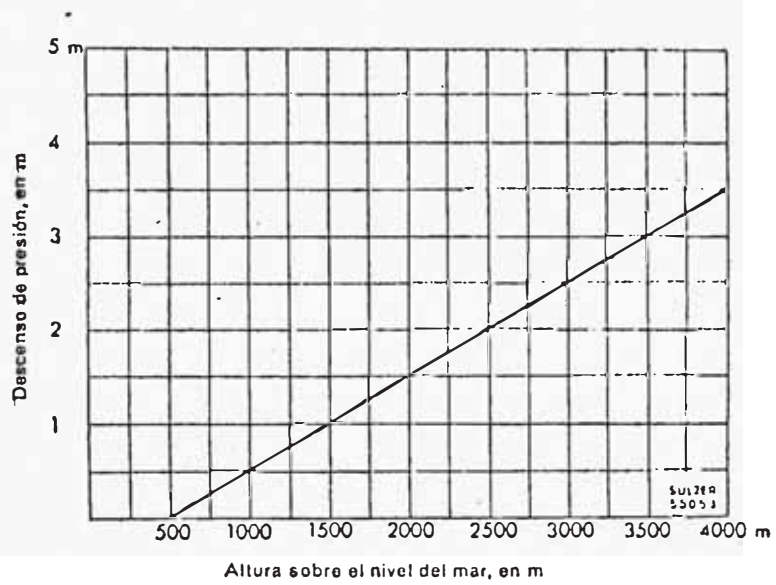


TABLA DE CORRECCIONES PARA ALTURAS





Peso específico del agua en función de la temperatura



, Descenso de la presión atmosférica a medida que crece la altitud sobre el nivel del mar (curva referida a 500 m de altura sobre el nivel del mar)

Las tablas 1 y 2 compendian la amplia experiencia de los fabricantes y usuarios de bombas con varios materiales y líquidos, según los designe el Instituto de Hidráulica.

Los materiales que se encuentran en la lista se aplican a toda clase de bombas en lo que respecta a características de resistencia a la corrosión.

TABLA No. 1

Selección de Materiales

No. de Selección	Notas
1	Fundición gris
2	Bronce de estaño
2 4 5 6 7 8 10 11 12 13 14 15	Acero al carbón Acero al cromo al 5% Acero al cromo al 13% Acero al cromo al 20% Acero al cromo al 28% Acero austenítico al molibdeno 18-8 Una serie de aceros aleados de alta aleación que se usan cuando las condiciones de corrosión son severas Una serie de aleaciones con base de nickel Hierro vaciado de alto silicio Hierro vaciado austenítico Metal monel Níquel

Materiales para Bombear Varios Líquidos

Líquido	Condiciones	Selección de Materiales
Acido, acético	Concentrado, frío	8, 9, 10, 11, 12
Acido, clorhídrico ...	Concentración comercial	11, 12
Acido, nítrico	Concentrado, hirviente	6, 7, 10, 12
Acido, sulfúrico	Más de 77%, frío	C, 10, 11, 12
Alcohol		A, B,
Asfalto	Caliente	C,5
Cerveza .....	.....	A, 8
Betabel, jugo de .....	.....	A, 8
Salmuera, CaCl.....	pH mayor de 8	C
Salmuera, CaCl.....	pH menor de 8	A, 10, 11, 13, 14
Salmuera, NaCl.	Menor de 3%, frío	A, 6, 13
Salmuera, NaCl	Mayor de 3%, frío	A, 8, 9, 10, 11, 13, 14
Hypoclorito de calcio. ....	.....	C, 10, 11, 12
Carbón, tetracloruro de	Anhidro	B, C
Formaldehido.....	.....	A, 8, 9, 10, 11
Gasolina .....	.....	B, C
Goma	Caliente	B, C
Plomo.....	Fundido	C, 3
Leche .....	.....	8
Melazas .....	.....	A, B
Mostaza .....	.....	A, 8, 9, 10, 11, 12
Aceite, crudo.....	Caliente	3
Aceite, kerosina. ....	.....	B, C
Aceite, combustible ..	.....	B, C
Aceite, lubricante ...	.....	B, C
Drenaje .....	.....	A, B, C
Cenizas de sosa.....	Caliente	8, 9, 10, 11
Sodio, hidróxido de ..	Solución acuosa	C, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14
Azúcar	Solución acuosa	A, 8, 9, 10, 11, 13
Resina	Caliente	C, 3
Agua de alimentación	No evaporada	
	pH mayor de 8.5	C
	pH menor de 8.5	B
	Evaporada, cualquier pH	4, 5, 8, 14

Valores típicos del P_H para varios líquidos

Acidos		Alimentos	
Acido, acético	2,4	Cerveza	4 - 5
Acido arsenioso (saturado)	5	Sidra	2,9 - 3,3
Acido cítrico, 0,1N	2,2	Bebidas suaves	2,0 - 4,0
Acido fórmico, 0,1N	2,3	Huevos clara fresca	7,6 - 8,0
Acido clorhídrico	0,1	Toronja	3,0 - 3,3
Acido cianhídrico 0,1N	5,1	Uvas	3,5 - 4,5
Acido láctico, 0,1N	2,4	Limonos	2,2 - 2,4
Acido sulfúrico, N	0,3	Jarabe de maple	6,5 - 7,0
Bases		Leche, vaca	6,3 - 6,6
Amoniaco, N	11,6	Naranjas	3,0 - 4,0
Plasma sanguínea, humana	7,3 - 7,5	Camarones	6,8 - 7,0
Carbonato de calcio	9,4	Tomates	4,0 - 4,4
Cal (saturada)	12,4	Nabos	5,2 - 5,6
Hidróxido de potasio N	14,0	Vinagre	2,4 - 3 - 4
Carbonato de sodio, 0,1 N	11,6	Agua potable	6,5 - 8,0
Hidróxido de sodio, N	14,0	Vinos de uva	2,8 - 3,8

Indicaciones sobre cantidad de agua necesario

Los valores prácticos siguientes, pueden ser utilizados para cálculos de aproximación. Para cálculos más exactos es necesario contemplar cada caso específicamente.

a) Necesidad de agua para abastecimiento de agua:

Pequeñas poblaciones	:	100-200 lts. por día por persona
Poblaciones mas grandes	:	200-300 lts. por día por persona
Ciudades con industria y piscina	:	200-400 lts. por día por persona

b) Necesidad de agua para casas, edificios y establos:

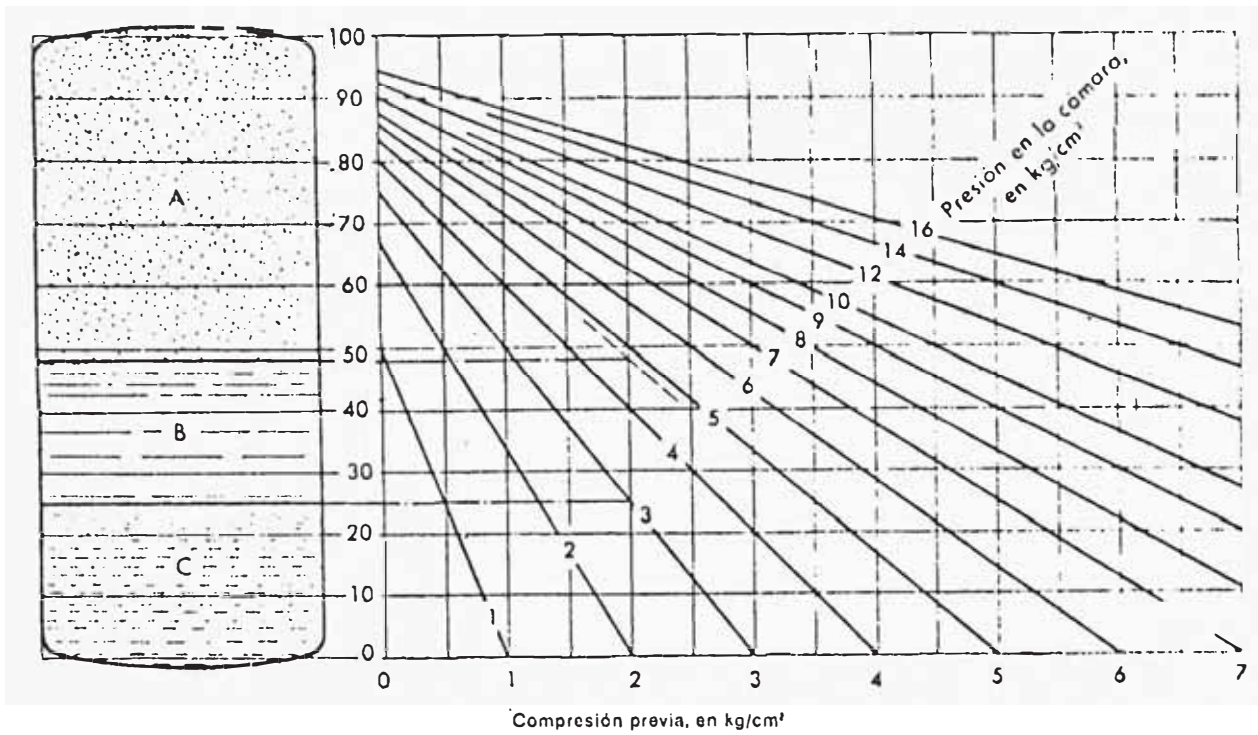
Para casas particulares	:	50 lts. por día por persona
Para establos (vacas)	:	70-100 lts. por día por animal
Para granjas	:	25-40 lts. por día por animal

c) Necesidad de agua para regadío e irrigaciones:

Para jardines	:	1 m ³ por 100 m ²
Para irrigaciones	:	1 lt/min. - 2.5 lt/min. por m ²

CAPACIDAD UTIL DE TANQUES HIDRONEUMÁTICOS

Capacidad en %



(A = cámara de aire; B = capacidad útil; C = capacidad a la presión de conexión)

PERDIDAS DE POTENCIA MECANICA

EN EJES DE TRANSMISION DE BOMBAS TIPO TURBINA

EN HP POR 100 PIES DE LONG. EJE

ϕ EJE pulg.	R. P. M. del eje								
	3460	2900	1760	1450	1160	960	860	720	690
$\frac{3}{4}$	.60	.51	.31	.26	.20	.17			
1	1.05	.87	.53	.44	.35	.29	.26	.25	
1 $\frac{1}{4}$	1.60	1.33	.79	.67	.52	.44	.39	.34	
1 $\frac{1}{2}$	2.20	1.90	1.14	.96	.74	.63	.56	.47	.44
1 $\frac{3}{4}$		2.50	1.50	1.25	.97	.83	.74	.64	.59
2			1.90	1.60	1.25	1.05	.95	.81	.76
2 $\frac{1}{4}$			2.40	2.00		1.35	1.20	1.00	.96

CAPACIDAD DE TRANSIJSION DE POTENCIA DE LOS EJES

DE BOMBAS TIPO TURBINA A 1760 RPM

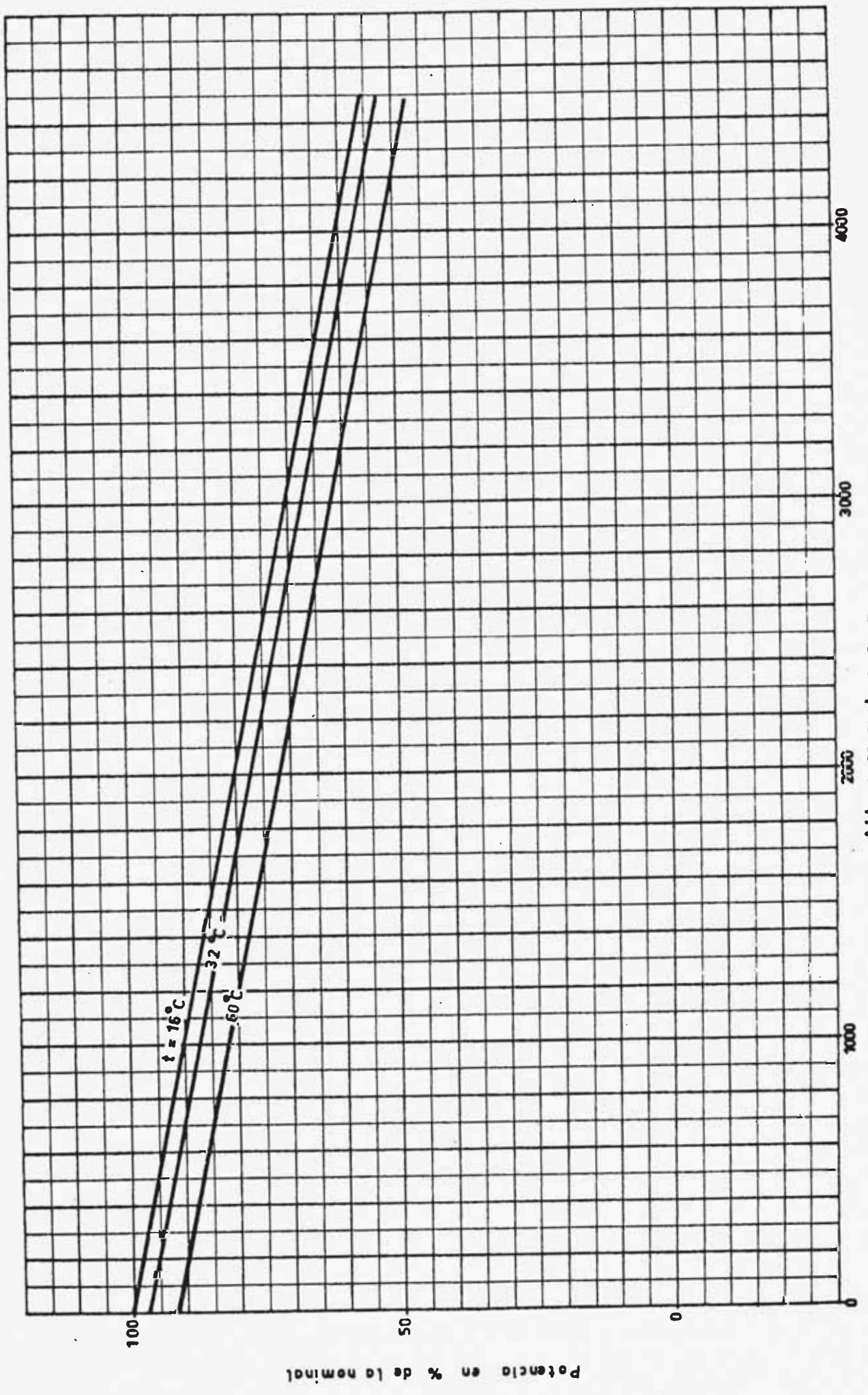
Ø EJE. →	3/4	1	1-1/4	1-1/2	1-3/4	2	2-1/4
PESO DE EJE	1.50	2.67	4.17	6.01	8.18	10.68	13.52
TOTAL | Lb/pie	Horsepower Ratings at 1760 RPM						
0	21.7	53.4	101.6	182.9	298.8	455.6	638.5
1,000	21.6	53.3	101.6	182.8	298.8	455.5	638.5
2,000	21.2	53.0	101.3	182.6	298.6	455.4	638.4
3,000	20.5	52.5	100.9	182.3	298.3	455.2	638.1
4,000	19.5	51.8	100.4	181.8	297.9	454.8	637.8
5,000	18.1	50.9	99.6	181.2	297.4	454.4	637.4
6,000	16.2	49.7	98.7	180.5	296.8	453.8	637.0
7,000	13.7	48.3	97.6	179.6	296.1	453.2	636.4
8,000	10.0	46.7	96.4	178.6	295.2	452.5	635.7
9,000	-	44.7	94.9	177.5	294.2	451.6	635.0
10,000	-	42.4	93.3	176.2	293.2	450.7	634.2
12,000	-	36.4	89.4	173.1	290.6	448.5	632.2
14,000	-	27.9	84.5	169.5	287.6	446.0	630.0
16,000	-	-	78.5	165.2	284.1	443.0	627.3
18,000	-	-	71.1	160.1	280.1	439.6	624.3
20,000	-	-	61.8	154.3	275.5	435.7	620.9
25,000	-	-	-	135.6	261.5	424.1	610.8
30,000	-	-	-	108.5	243.3	409.5	598.2
35,000	-	-	-	-	219.9	391.6	582.9
40,000	-	-	-	-	189.3	349.8	564.8
45,000	-	-	-	-	-	343.4	543.6
50,000	-	-	-	-	-	311.3	518.8
60,000	-	-	-	-	-	219.6	456.2
70,000	-	-	-	-	-	-	368.9

PARA VELOCIDADES DE ACCIONAMIENTO
DIFERENTES APLICAR PORCENTAJE
FACTOR INDICADO :

R. P. M.	Factor
3460	1.97
2900	1.65
1450	.824
1160	.66
960	.545
860	.49
720	.41
690	.392

MOTORES DE EXPLOSION

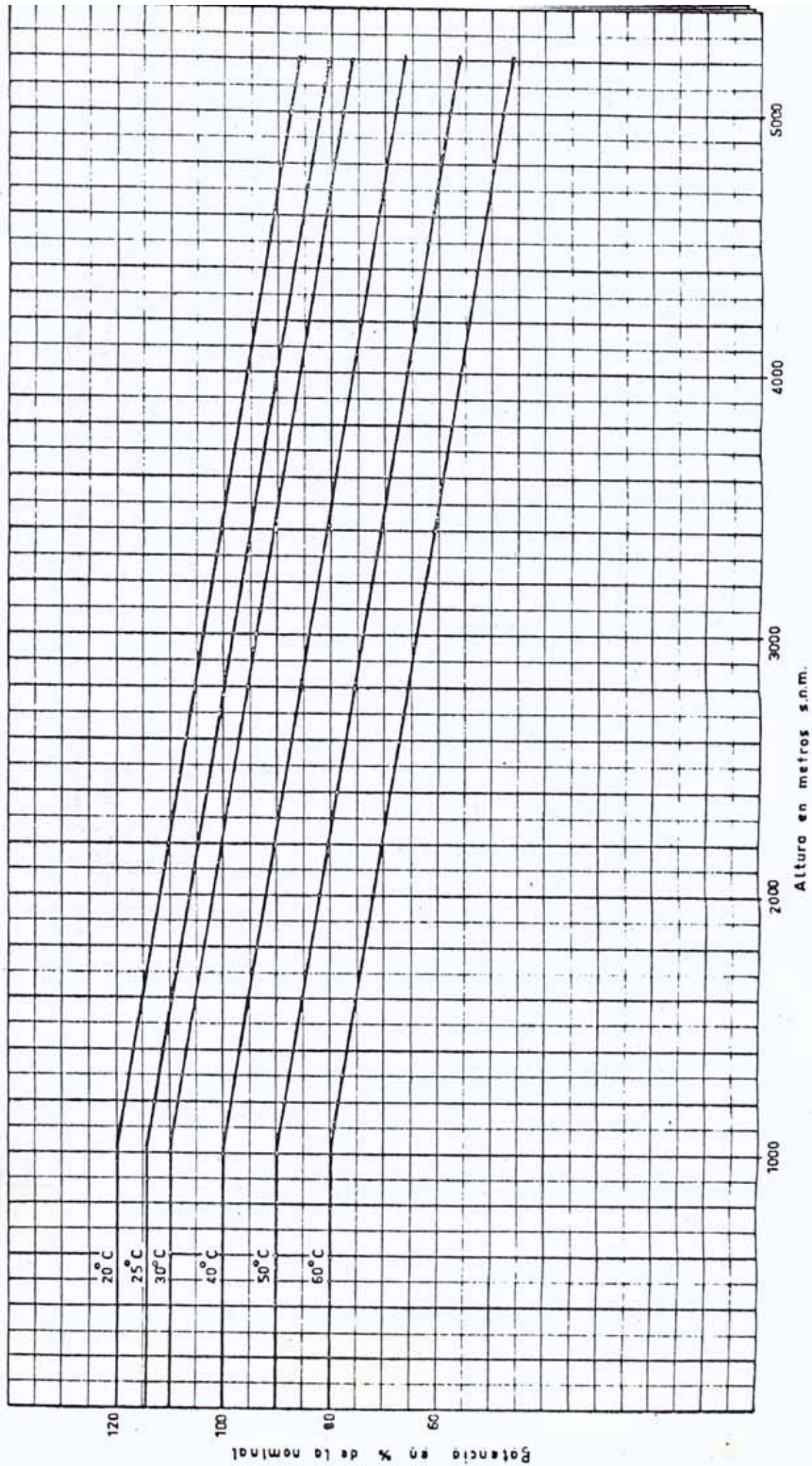
Variacion de la potencia de motores con la altura sobre el nivel del mar y la temperatura ambiente maxima



Altura en metros s.n.m.

MOTORES ELECTRICOS

Variacion de la potencia de motores con la altura sobre el nivel del mar y la temperatura ambiente maxima



CAPACIDAD EN AMPERES DE MOTORES ELECTRICOS A PLENA CARGA

(60 c)

HP	RPM	AC—60 CYCLE								DC	
		SINGLE PHASE		THREE PHASE			*TWO PHASE—4 WIRE			115V	230V
		115V	230V	110V	220V	440V	110V	220V	440V		
1/4	3600	3.9	1.9	1.7	.85	.42	1.5	.74	.29		
	1800	4.4	2.2	2.0	.98	.49	1.7	.85	.34		
	1200	5.8	2.9	2.4	1.2	.59	2.1	1.0	.41		
	900	7.1	3.6	2.9	1.5	.72	2.5	1.3	.50		
1/3	3600	4.5	2.3	2.1	1.1	.53	1.8	.95	.36		
	1800	5.1	2.5	2.3	1.1	.57	2.0	.95	.40		
	1200	6.2	3.1	2.8	1.4	.72	2.4	1.2	.49		
	900	7.4	3.7	3.4	1.7	.85	2.9	1.5	.59		
1/2	3600	6.4	3.2	2.9	1.5	.72	2.5	1.3	.50	4.6	2.3
	1800	7.3	3.6	3.4	1.7	.86	2.9	1.5	.60		
	1200	8.6	4.3	3.9	2.0	.99	3.4	1.7	.68		
	900	12.2	6.1	5.2	2.6	1.3	4.5	2.3	.87		
3/4	3600	9.0	4.5	4.2	2.1	1.1	3.6	1.8	.73	6.6	3.3
	1800	10.1	5.1	4.7	2.4	1.2	4.1	2.1	.81		
	1200	12.3	6.2	5.7	2.8	1.4	4.9	2.4	.95		
	900	14.6	7.3	6.8	3.4	1.7	5.9	2.9	1.2		
1	3600	11.7	5.8	5.5	2.8	1.4	4.8	2.4	.95	8.2	4.1
	1800	12.8	6.4	6.4	3.2	1.6	5.3	2.8	1.1		
	1200	14.7	7.4	7.1	3.5	1.8	6.1	3.1	1.2		
	900	15.9	7.9	8.5	4.3	2.1	7.4	3.7	1.5		
1 1/2	3600	17.5	8.7	9.0	4.5	2.3	7.8	3.9	1.6	12.2	6.1
	1800	17.9	8.9	8.9	4.5	2.2	7.8	3.9	1.6		
	1200	20.9	10.4	10.3	5.2	2.6	8.9	4.5	1.8		
	900	24.4	12.2	11.5	5.8	2.9	9.1	5.0	2.1		
2	3600	22.1	11.1	11.5	5.7	2.9	10.0	4.9	2.0	16.0	8.0
	1800	23.6	11.8	11.9	6.0	3.0	10.3	5.2	2.1		
	1200	24.5	12.3	13.3	6.7	3.3	11.5	5.8	2.3		
	900	30.0	15.0	14.7	7.4	3.7	12.7	6.4	2.5		
3	3600	32.5	16.3	16.6	8.3	4.2	14.4	7.2	2.9	24.0	12.0
	1800	33.9	17.0	16.8	8.4	4.2	14.5	7.3	2.9		
	1200	34.1	17.1	19.0	9.5	4.7	16.5	8.2	3.3		
	900	41.8	20.9	21.0	10.5	5.3	18.2	9.1	3.6		
5	3600	50.6	25.3	26.7	13.4	6.7	23.1	11.6	4.6	39.0	19.5
	1800	52.8	26.4	27.3	13.6	6.8	23.2	11.8	4.8		
	1200	58.6	29.3	29.3	14.6	7.3	25.3	12.6	5.1		
	900	66.5	33.2	32.2	16.1	8.0	27.9	13.9	5.5		
7 1/2	3600	75.8	37.9	40.0	20.0	10.0	34.7	17.3	6.9	56.0	28.0
	1800	76.7	38.3	40.0	20.0	10.0	34.7	17.3	6.9		
	1200	82.7	41.3	42.0	21.0	10.5	36.4	18.2	7.3		
	900	96.7	48.4	47.0	23.4	11.7	40.7	20.4	8.1		
10	3600	93.8	46.9	51.3	25.6	12.8	44.5	22.2	8.9	76.0	37.7
	1800	96.8	48.3	52.2	26.1	13.1	45.2	22.6	9.1		
	1200	101.0	50.6	54.5	27.3	13.6	47.2	23.6	9.4		
	900	110.0	55.1	58.2	29.2	14.6	50.4	25.3	10.1		
15	3600			77.4	38.7	19.4	67.0	33.5	13.4	112.0	56.0
	1800			76.8	38.4	19.2	66.5	33.2	13.3		
	1200			78.4	39.2	19.6	67.8	34.0	13.6		
	900			84.2	42.1	21.1	72.8	36.4	14.5		
20	1800				49.0	24.5		42.4	17.0	148.0	74.0
	1200				50.0	25.0		43.3	17.3		
	900				53.9	26.5		46.7	18.4		
	600				59.0	29.5		51.1	20.4		
25	1800				60.0	30.0		52.0	20.8	184.0	92.0
	1200				62.5	31.2		54.1	21.7		
	900				65.5	33.0		56.7	22.7		
	600				73.5	36.7		63.7	25.1		
30	1800				71.0	35.5		61.5	24.6	216.0	108.0
	1200				75.0	38.0		65.0	26.0		
	900				75.0	38.0		65.0	26.0		
	600				89.0	45.0		77.1	31.2		
40	1800				96.0	48.0		83.1	32.9		143.0
	1200				97.5	49.0		84.4	33.8		
	900				103.0	52.0		89.2	35.5		
	600				111.0	56.0		96.1	38.1		
50	1800				116.0	58.0		100.5	39.8		176.0
	1200				120.0	60.0		103.9	41.6		
	900				125.0	63.0		108.3	43.3		
60	1800				141.0	71.0		122.1	48.5		214.0
	1200				144.0	72.0		124.7	50.2		
	900				149.0	75.0		129.0	52.0		
75	1800				175.0	88.0		151.6	60.6		265.0
	1200				180.0	90.0		155.9	62.4		
	900				183.0	92.0		158.5	63.2		
100	1800				232.0	116.0		200.9	81.4		
	1200				236.0	118.0		204.4	82.3		
	900				241.0	120.0		208.7	83.1		

TABLE PARA LA INSTALACION DE CABLES

ELECTRICOS PARA MOTORES, SEGUN EL
 CODIGO ELECTRICO NACIONAL 1940.

Voltage	Horse-power	Full-load Current (Amps.)	Wire Size for Type R Insul. wire (AWG or MCM)	Conduit Size for Type R Insul. wire (Inches)	Possible Switch Size (Amps.)	Voltage	Horse-power	Full-load Current (Amps.)	Wire Size for Type R Insul. wire (AWG or MCM)	Conduit Size for Type R Insul. wire (Inches)	Possible Switch Size (Amps.)	
Direct Current						Single Phase A.C.						
115	1/4	2.9	14	1/2	30	220	1 1/2	7.6	14	1/2	30	
	1/2	5.2	14	1/2	30		2	10	14	1/2	30	
	3/4	7.2	14	1/2	30		3	14	12	1/2	60	
	1	9.1	14	1/2	30		5	23	8	3/4	100	
	1 1/2	13.1	12	1/2	30		7 1/2	34	6	1	200	
	2	17.2	10	1/2	30		10	43	4	1 1/4	200	
	3	24.8	8	3/4	60		Three Phase A.C.					
	5	40.1	5	1 1/4	100		1/4	1.0	14	1/2	30	
	7 1/2	58.9	2	1 1/4	100		1/2	2.5	14	1/2	30	
	10	76.7	0	1 1/2	200		3/4	2.8	14	1/2	30	
	15	114	0000	2	200		1	3.3	14	1/2	30	
	20	151.	300	2 1/2	400		1 1/2	4.5	14	1/2	30	
25	189	500	3	400	2	6.0	14	1/2	30			
30	227	600	3	400	3	9.0	14	1/2	30			
40	330	900	3 1/2	600	5	15	12	1/2	60			
230	1/4	1.5	14	1/2	30	7 1/2	22	8	1	60		
	1/2	2.6	14	1/2	30	10	27	8	1	100		
	3/4	3.6	14	1/2	30	15	38	5	1 1/4	100		
	1	4.5	14	1/2	30	20	52	3	1 1/4	200		
	1 1/2	6.5	14	1/2	30	25	64	2	1 1/2	200		
	2	8.6	14	1/2	30	30	77	0	2	200		
	3	12.4	12	1/2	30	40	101	000	2	400		
	5	20.1	8	3/4	30	50	125	0000	2 1/2	400		
	7 1/2	29.4	6	1	60	60	149	300	3	400		
	10	38.4	5	1 1/4	60	75	180	400	3	400		
	15	57.0	2	1 1/4	100	100	246	700	3 1/2	600		
	20	75.0	0	1 1/2	200	125	310	1250	4 1/2	600		
25	94.0	00	2	200	150	360	1750	5	600			
30	113	0000	2	200	Single Phase A.C.							
40	150	300	2 1/2	400	1/4	0.5	14	1/2	30			
50	187	500	3	400	1/2	1.3	14	1/2	30			
110	1/6	3.3	14	1/2	30	3/4	1.4	14	1/2	30		
	1/4	4.8	14	1/2	30	1	1.7	14	1/2	30		
	1/2	7.0	14	1/2	30	1 1/2	2.4	14	1/2	30		
	3/4	9.4	14	1/2	30	2	3.0	14	1/2	30		
	1	11.0	14	1/2	60	3	4.5	14	1/2	30		
	1 1/2	15.2	12	1/2	60	5	7.5	14	1/2	30		
	2	20.0	10	3/4	60	7 1/2	11.0	14	1/2	30		
	3	28.0	8	3/4	100	10	14.0	12	1/2	60		
	5	46.0	4	1 1/4	200	15	19.0	10	3/4	60		
	7 1/2	68.0	1	1 1/4	400	20	26.0	8	1	100		
	10	86.0	00	2	400	25	32.0	6	1 1/4	100		
	220	1/6	1.6	14	1/2	30	30	39.0	5	1 1/4	100	
1/4		2.4	14	1/2	30	40	51.0	3	1 1/4	200		
1/2		3.5	14	1/2	30	50	63.0	2	1 1/2	200		
3/4		4.7	14	1/2	30	60	75	0	2	200		
1		5.5	14	1/2	30	75	90	00	2	200		
						100	123	0000	2 1/2	400		
440						125	155	300	3	400		
						150	180	400	3	400		

DESCARGA TEORICA DE AGUA A TRAVES DE BOQUILLAS EN GAL / MIN.

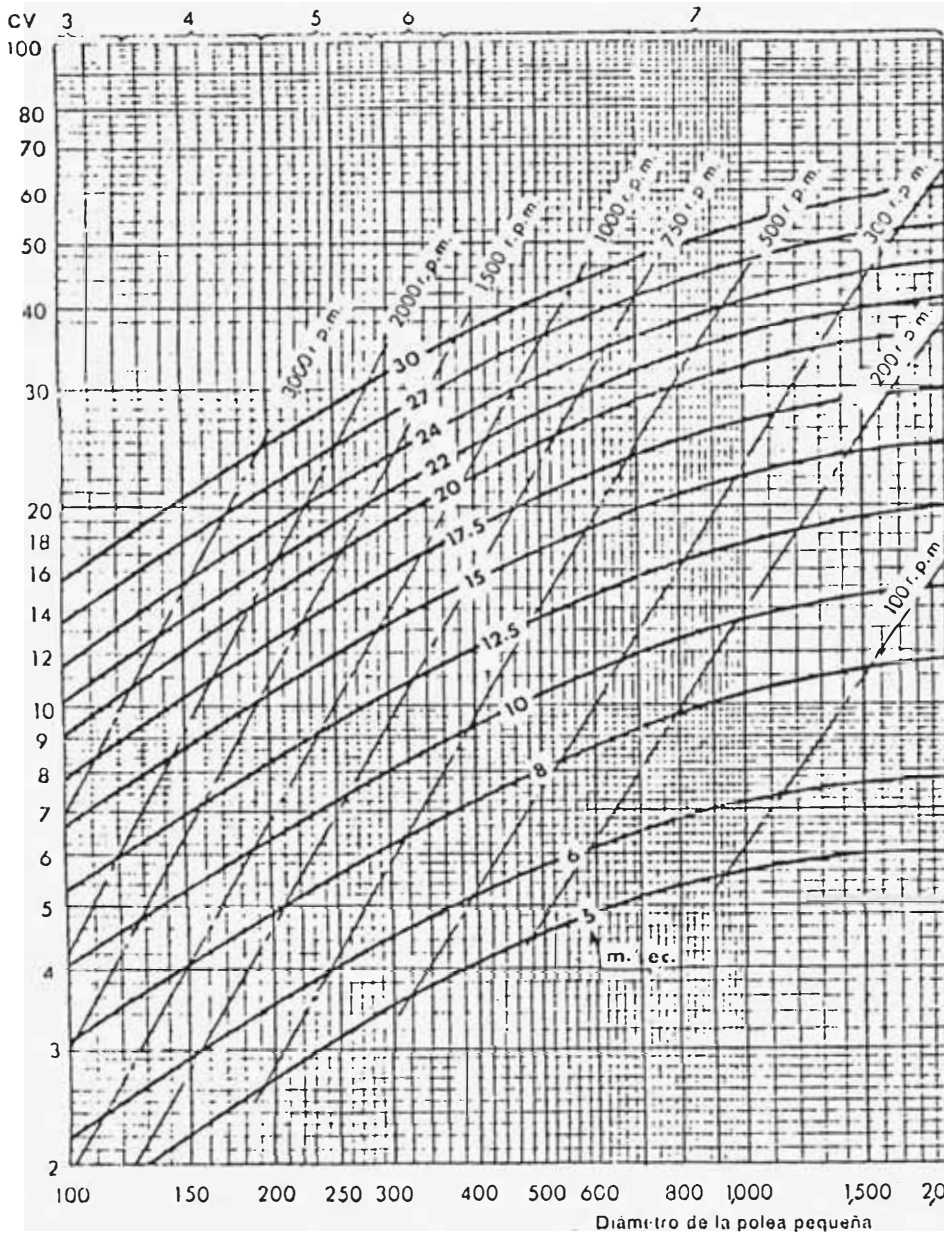
PARA UNA CARGA O PRESION DETERMINADA.

diámetro de la boquilla en pulgadas

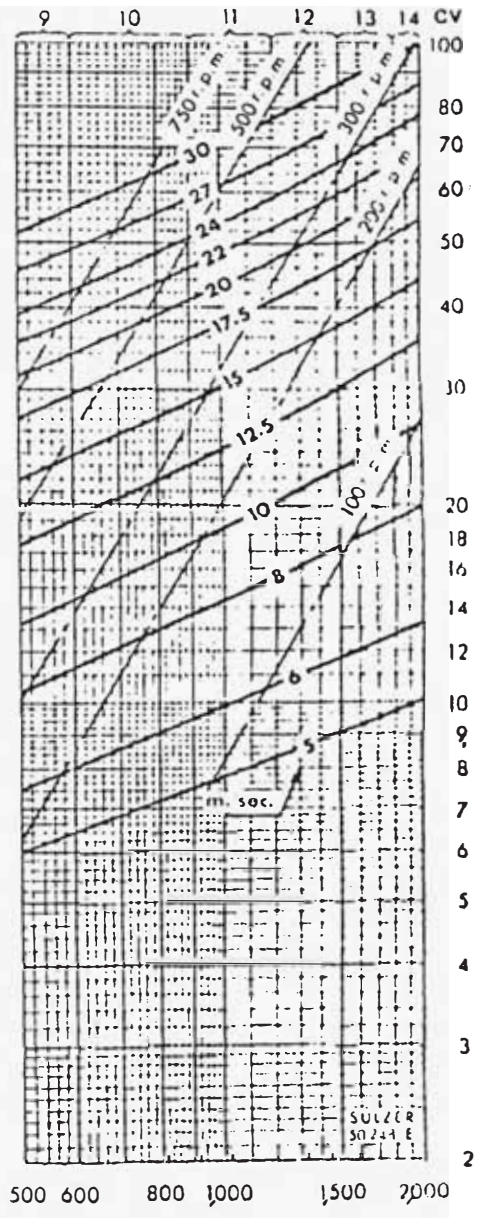
HEAD PSI	Feet of Water	VELOCITY OF DIS- CHARGE FT./SEC.	<i>diámetro de la boquilla en pulgadas</i>												
			1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	5/8	3/4	1	1 1/4	1 1/2
10	23.1	38.6	0.37	1.48	3.32	5.91	13.3	23.6	36.9	53.1	72.4	94.5	120	148	179
15	34.6	47.25	0.45	1.81	4.06	7.24	16.3	28.9	45.2	65.0	88.5	116	147	181	219
20	46.2	54.55	0.52	2.09	4.69	8.35	19.8	33.4	52.2	75.1	102	134	169	209	253
25	57.7	61.0	0.58	2.34	5.25	9.34	21.0	37.3	58.3	84.0	114	149	189	234	281
30	69.3	66.85	0.64	2.56	5.75	10.2	23.0	40.9	63.9	92.0	125	164	207	256	307
35	80.8	72.2	0.69	2.77	6.21	11.1	24.8	44.2	69.0	99.5	135	177	224	277	334
40	92.4	77.2	0.74	2.96	6.64	11.8	26.6	47.3	73.8	106	145	188.9	239	296	357
45	103.9	81.8	0.78	3.13	7.03	12.5	28.2	50.1	78.2	113	153	200	253	313	379
50	115.5	86.25	0.83	3.30	7.41	13.2	29.7	52.8	82.5	119	162	211	267	330	399
55	127.0	90.5	0.87	3.46	7.77	13.8	31.1	55.3	86.4	125	169	221	280	346	418
60	138.6	94.5	0.90	3.62	8.12	14.5	32.5	57.8	90.4	130	177	231	293	362	438
65	150.1	98.3	0.94	3.77	8.45	15.1	33.8	60.2	94.0	136	184	241	305	376	455
70	161.7	102.1	0.98	3.91	8.78	15.7	35.2	62.5	97.7	141	191	250	317	391	473
75	173.2	105.7	1.01	4.05	9.08	16.2	36.4	64.7	101	146	198	259	327	404	489
80	184.8	109.1	1.05	4.18	9.39	16.7	37.6	66.8	104	150	205	267	338	418	505
85	196.3	112.5	1.08	4.31	9.67	17.3	38.8	68.9	108	155	211	276	348	431	521
90	207.9	115.8	1.11	4.43	9.95	17.7	39.9	70.8	111	160	217	284	359	443	536
95	219.4	119.0	1.14	4.56	10.2	18.2	41.0	72.8	114	164	223	292	369	456	551
100	230.9	122.0	1.17	4.67	10.5	18.7	42.1	74.7	117	168	229	299	378	467	565
105	242.4	125.0	1.20	4.79	10.8	19.2	43.1	76.5	120	172	234	306	388	479	579
110	254.0	128.0	1.23	4.90	11.0	19.6	44.1	78.4	122	176	240	314	397	490	593
115	265.5	130.9	1.25	5.01	11.2	20.0	45.1	80.1	125	180	245	320	406	501	606
120	277.1	133.7	1.28	5.12	11.5	20.5	46.0	81.8	128	184	251	327	414	512	619
125	288.6	136.4	1.31	5.22	11.7	20.9	47.0	83.5	130	188	256	334	423	522	632
130	300.2	139.1	1.33	5.33	12.0	21.3	48.0	85.2	133	192	261	341	432	533	645
135	311.7	141.8	1.36	5.43	12.2	21.7	48.9	86.7	136	195	266	347	439	543	656
140	323.3	144.3	1.38	5.53	12.4	22.1	49.8	88.4	138	199	271	354	448	553	668
145	334.8	146.9	1.41	5.62	12.6	22.5	50.6	89.9	140	202	275	360	455	562	680
150	346.4	149.5	1.43	5.72	12.9	22.9	51.6	91.5	143	206	280	366	463	572	692
175	404.1	161.4	1.55	6.18	13.9	24.7	55.6	98.8	154	222	302	395	500	618	747
200	461.9	172.6	1.65	6.61	14.8	26.4	59.5	106	165	238	323	423	535	660	799
250	577.4	193.0	1.85	7.39	16.6	29.6	66.5	118	185	266	362	473	598	739	894
300	692.8	211.2	2.02	8.08	18.2	32.4	72.8	129	202	291	396	517	655	808	977

			1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	4	4 1/4	5	5 1/4	6
10	23.1	38.6	213	289	378	479	591	714	851	1158	1510	1915	2365	2855	3405
15	34.6	47.25	260	354	463	585	723	874	1041	1418	1850	2345	2890	3490	4165
20	46.2	54.55	301	409	535	676	835	1009	1203	1638	2135	2710	3340	4040	4810
25	57.7	61.0	336	458	598	756	934	1128	1345	1830	2385	3025	3730	4510	5380
30	69.3	66.85	368	501	655	828	1023	1236	1473	2005	2615	3315	4090	4940	5895
35	80.8	72.2	398	541	708	895	1106	1335	1591	2168	2825	3580	4415	5340	6370
40	92.4	77.2	425	578	756	957	1182	1428	1701	2315	3020	3830	4725	5610	6810
45	103.9	81.8	451	613	801	1015	1252	1512	1802	2455	3200	4055	5000	6050	7210
50	115.5	86.25	475	647	845	1070	1320	1595	1900	2590	3375	4275	5280	6380	7600
55	127.0	90.4	498	678	886	1121	1385	1671	1991	2710	3540	4480	5530	6690	7970
60	138.6	94.5	521	708	926	1172	1447	1748	2085	2835	3700	4685	5790	6980	8330
65	150.1	98.3	542	737	964	1220	1506	1819	2165	2950	3850	4875	6020	7270	8670
70	161.7	102.1	563	765	1001	1267	1565	1888	2250	3065	4000	5060	6250	7560	9000
75	173.2	105.7	582	792	1037	1310	1619	1955	2330	3170	4135	5240	6475	7820	9320
80	184.8	109.1	602	818	1070	1354	1672	2020	2405	3280	4270	5410	6690	8080	9610
85	196.3	112.5	620	844	1103	1395	1723	2080	2480	3375	4403	5575	6890	8320	9920
90	207.9	115.8	638	868	1136	1436	1773	2140	2550	3475	4530	5740	7090	8560	10210
95	219.4	119.0	656	892	1168	1476	1824	2200	2625	3570	4655	5900	7290	8800	10500
100	230.9	122.0	672	915	1196	1512	1870	2255	2690	3660	4775	6050	7470	9030	10770
105	242.4	125.0	689	937	1226	1550	1916	2312	2755	3750	4890	6200	7650	9260	11020
110	254.0	128.0	705	960	1255	1588	1961	2368	2820	3840	5010	6340	7840	9470	11300
115	265.5	130.9	720	980	1282	1621	2005	2420	2885	3930	5120	6490	8010	9680	11550
120	277.1	133.7	736	1002	1310	1659	2050	2470	2945	4015	5225	6630	8180	9900	11800
125	288.6	136.4	751	1022	1338	1690	2090	2520	3005	4090	5340	6760	8350	10100	12030
130	300.2	139.1	767	1043	1365	1726	2132	2575	3070	4175	5450	6900	8530	10300	12290
135	311.7	141.8	780	1063	1390	1759	2173	2620	3125	4250	5550	7030	8680	10490	12510
140	323.3	144.3	795	1082	1415	1790	2212	2760	3180	4330	5650	7160	8850	10690	12730
145	334.8	146.9	809	1100	1440	1820	2250	2715	3235	4410	5740	7280	8990	10880	12960
150	346.4	149.5	824	1120	1466	1853	2290	2760	3295	4485	5850	7410	9150	11070	13200
175	404.1	161.4	890	1210	1582	2000	2473	2985	3560	4940	6310	8000	9890	11940	14250
200	461.9	172.6	950	1294	1691	2140	2645	3190	3800	5175	6760	8550	10580	12770	15270
250	577.4	193.0	1063	1447	1891	2392	2955	3570	4250	5395	7550	9570	11870	14790	17070
300	692.8	211.2	1163	1582	2070	2615	3235	3900	4650	6320	8260	10480	12940	15670	18610

Correas sencillas;
 espesor de las correas, en mm



Correas dobles;
 espesor de la correa, en mm



HP Potencias transmitidas por correas sencillas y dobles, en CV

SULZER
 30 244 E

AREAS Y CIRCUNFERENCIAS DE CIRCULOS

Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.						
1/16	.04909	.00019	3	9.4248	7.0666	4	12.566	12.566	5	15.708	19.635	6	18.850	28.274	7	21.991	38.485	8	50.265	201.06	24	75.398	452.39	32	100.531	804.75
1/8	.09818	.00077	3 1/2	9.6211	7.3662	4 1/2	12.763	12.962	5 1/2	16.101	20.129	6 1/2	19.242	29.465	7 1/2	22.384	39.871	8 1/2	31.416	204.22	24 1/2	75.791	457.11	32 1/2	100.924	810.54
1/4	.14726	.00173	4	9.8175	7.6699	5	12.959	13.364	6	16.297	21.135	7	19.686	30.680	8	22.776	41.282	9	31.919	207.39	25	76.184	461.86	33	101.316	816.86
3/8	.19635	.00307	4 1/2	10.014	7.9798	5 1/2	13.155	13.772	6 1/2	16.493	21.648	7 1/2	19.874	31.919	8 1/2	23.162	42.718	9 1/2	32.472	210.60	25 1/2	76.576	466.64	33 1/2	101.709	823.21
1/2	.24542	.00690	5	10.210	8.2958	6	13.352	14.186	7	16.831	22.166	8	20.420	33.183	9	23.562	44.179	10	32.866	213.82	26	76.969	471.44	34	102.102	829.58
5/8	.29452	.01227	5 1/2	10.407	8.6179	6 1/2	13.548	14.607	7 1/2	17.119	22.665	8 1/2	20.813	34.472	9 1/2	23.955	45.664	10 1/2	33.355	217.08	26 1/2	77.362	476.26	34 1/2	102.494	835.97
3/4	.34362	.01917	6	10.603	8.9462	7	13.744	15.033	8	17.449	23.172	9	21.206	35.785	10	24.347	47.173	11	33.854	220.35	27	77.754	481.11	35	102.887	842.39
7/8	.39270	.02761	6 1/2	10.799	9.2806	7 1/2	13.941	15.466	8 1/2	17.759	23.701	9 1/2	21.598	37.122	10 1/2	24.591	47.707	11 1/2	34.363	223.65	27 1/2	78.147	485.98	35 1/2	103.280	848.83
1	.44180	.03758	7	10.996	9.6211	8	14.137	15.904	9	18.084	24.230	10	21.991	38.485	11	25.054	48.253	12	34.912	226.98	28	78.540	490.87	36	103.673	855.30
1 1/8	.49087	.04909	7 1/2	11.192	9.9678	8 1/2	14.334	16.349	9 1/2	18.391	24.759	10 1/2	22.148	39.871	11 1/2	25.305	48.781	12 1/2	35.164	230.33	28 1/2	78.933	495.79	36 1/2	104.065	861.79
1 1/4	.54096	.06213	8	11.388	10.321	9	14.530	16.800	10	18.647	25.280	11	22.305	41.282	12	25.462	49.253	13	35.323	233.71	29	79.325	500.74	37	104.458	868.31
1 3/8	.59105	.07670	8 1/2	11.585	10.680	9 1/2	14.726	17.257	10 1/2	18.904	25.805	11 1/2	22.462	41.791	12 1/2	25.618	49.764	13 1/2	35.479	237.10	29 1/2	79.718	505.71	37 1/2	104.851	874.85
1 1/2	.64114	.09281	9	11.781	11.045	10	14.923	17.721	11	19.189	26.330	12	22.618	42.291	13 1/2	25.773	50.233	14	35.630	240.53	30	80.111	510.71	38	105.243	881.41
1 3/4	.69123	.11095	9 1/2	11.977	11.413	10 1/2	15.119	18.190	11 1/2	19.477	26.855	12 1/2	22.773	42.800	13 1/2	25.928	50.707	14 1/2	35.781	243.88	30 1/2	80.503	515.72	38 1/2	105.636	888.00
2	.74132	.12962	10	12.174	11.793	11	15.315	18.665	12	19.784	27.379	13	22.928	43.309	14 1/2	26.081	51.179	15	35.932	247.25	31	80.896	520.77	39	106.029	894.62
2 1/8	.79141	.15033	10 1/2	12.370	12.177	11 1/2	15.512	19.147	12 1/2	19.981	27.901	13 1/2	23.081	43.818	14 1/2	26.233	51.690	15 1/2	36.084	250.63	31 1/2	81.289	525.84	39 1/2	106.421	901.26
2 1/4	.84150	.17257	11	12.566	12.566	12	15.708	19.635	13	20.180	28.424	14	23.177	44.227	15	26.485	52.161	16	36.335	254.07	32	81.681	530.93	40	106.814	907.92
2 3/8	.89159	.19635	11 1/2	12.763	12.962	12 1/2	15.904	20.129	13 1/2	20.372	28.948	14 1/2	23.372	44.636	15 1/2	26.687	52.692	16 1/2	36.486	257.51	32 1/2	82.074	536.05	40 1/2	107.207	914.61
2 1/2	.94168	.22166	12	12.959	13.364	13	16.101	20.629	14	20.565	29.465	15	23.565	45.041	16 1/2	26.990	53.213	17	36.636	261.05	33	82.467	541.19	41	107.600	921.32
2 3/4	.99177	.24850	12 1/2	13.155	13.772	13 1/2	16.297	21.135	14 1/2	20.759	30.000	15 1/2	23.764	45.449	16 1/2	27.115	53.760	17 1/2	36.785	264.55	33 1/2	82.860	546.35	41 1/2	107.992	928.06
3	1.04186	.27688	13	13.352	14.186	14	16.493	21.648	15	20.950	30.525	16	23.969	45.857	17 1/2	27.266	54.161	18	36.906	268.00	34	83.252	551.55	42	108.385	934.82
3 1/8	1.09195	.30680	13 1/2	13.548	14.607	14 1/2	16.688	22.166	16	21.146	31.050	17	24.177	46.266	18 1/2	27.417	54.565	19	37.055	271.42	34 1/2	83.645	556.76	42 1/2	108.778	941.61
3 1/4	1.14204	.33824	14	13.744	15.033	15	16.886	22.691	16 1/2	21.341	31.544	17 1/2	24.372	46.674	19 1/2	27.668	54.969	20	37.206	274.81	35	84.038	562.00	43	109.170	948.42
3 3/8	1.19213	.37122	14 1/2	13.941	15.466	15 1/2	17.084	23.221	16 1/2	21.536	32.037	17 1/2	24.603	47.083	19 1/2	27.919	55.374	20 1/2	37.360	278.20	35 1/2	84.430	567.27	43 1/2	109.563	955.25
3 1/2	1.24222	.40574	15	14.137	15.904	16	17.281	23.750	17	21.731	32.530	18	24.834	47.492	20 1/2	28.174	55.779	21	37.509	281.59	36	84.823	572.56	44	109.956	962.11
3 3/4	1.29231	.44179	15 1/2	14.334	16.349	16 1/2	17.477	24.280	17 1/2	21.926	33.024	18 1/2	25.087	47.901	21 1/2	28.425	56.193	22	37.658	285.03	36 1/2	85.216	577.87	44 1/2	110.348	968.90
4	1.34240	.47937	16	14.530	16.800	17	17.674	24.771	18 1/2	22.121	33.517	19	25.247	48.310	21 1/2	28.668	56.606	22 1/2	37.807	288.42	37	85.608	583.21	45	110.741	975.91
4 1/8	1.39249	.51849	16 1/2	14.726	17.257	17 1/2	17.871	25.262	19 1/2	22.316	34.010	20	25.412	48.719	22 1/2	28.869	57.015	23	37.956	291.81	37 1/2	86.001	588.57	45 1/2	111.134	982.84
4 1/4	1.44258	.55914	17	14.923	17.721	18	18.068	25.753	20 1/2	22.491	34.504	21 1/2	25.577	49.128	23 1/2	29.020	57.420	24	38.105	295.20	38	86.394	593.96	46	111.527	989.80
4 3/8	1.49267	.59914	17 1/2	15.119	18.190	18 1/2	18.265	26.244	21 1/2	22.670	35.000	22 1/2	25.731	49.537	24 1/2	29.169	57.825	25 1/2	38.254	298.59	38 1/2	86.786	599.37	46 1/2	111.919	996.87
4 1/2	1.54276	.64032	18	15.315	18.665	19	18.462	26.735	22 1/2	22.849	35.493	23 1/2	25.886	50.000	25 1/2	29.318	58.230	26 1/2	38.407	302.00	39	87.179	604.81	47	112.312	1003.8
4 3/4	1.59285	.68141	18 1/2	15.512	19.147	19 1/2	18.658	27.228	23 1/2	23.028	35.987	24 1/2	26.037	50.409	26 1/2	29.467	58.635	27 1/2	38.510	305.49	39 1/2	87.572	610.27	47 1/2	112.705	1010.8
5	1.64294	.72378	19	15.708	19.635	20	18.855	27.721	24 1/2	23.207	36.480	25 1/2	26.236	50.810	27 1/2	29.596	58.940	28 1/2	38.613	309.00	40	87.965	615.75	48	113.097	1017.9
5 1/8	1.69303	.76541	19 1/2	15.904	20.129	20 1/2	19.052	28.214	25 1/2	23.386	36.974	26 1/2	26.405	51.211	28 1/2	29.745	59.345	29 1/2	38.716	312.51	40 1/2	88.357	621.26	48 1/2	113.490	1025.0
5 1/4	1.74312	.80704	20	16.101	20.629	21	19.249	28.709	26 1/2	23.565	37.468	27 1/2	26.574	51.600	29 1/2	29.894	59.740	30 1/2	38.817	316.02	41	88.750	626.80	49	113.883	1032.1
5 3/8	1.79321	.84867	20 1/2	16.297	21.135	21 1/2	19.446	29.203	27 1/2	23.744	37.962	28 1/2	26.683	51.991	30 1/2	29.943	60.135	31 1/2	38.918	319.53	41 1/2	89.143	632.36	49 1/2	114.275	1039.2
5 1/2	1.84330	.89030	21	16.493	21.648	22	19.643	29.697	28 1/2	23.923	38.456	29 1/2	26.792	52.382	31 1/2	30.092	60.529	32 1/2	39.021	323.04	42	89.535	637.94	50	114.668	1046.3
5 3/4	1.89339	.93193	21 1/2	16.688	22.166	22 1/2	19.840	30.190	29 1/2	24.102	38.950	30 1/2	26.881	52.773	32 1/2	30.241	60.924	33 1/2	39.130	326.55	42 1/2	89.928	643.55	50 1/2	115.061	1053.5
6	1.94348	.97356	22	16.886	22.691	23	20.037	30.68																		

AREAS Y CIRCUNFERENCIAS DE CIRCULOS

Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.	Diam. In.	Circum. In.	Area Sq. In.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
40	125.664	1256.6	48	150.796	1809.6	56	175.929	2463.0	64	201.062	3217.0	72	226.195	4071.5	80	254.377	5026.5	88	276.450	6032.1	92	289.077	6647.6	96	301.593	7238.8	100	314.159	7854.0	104	326.776	8469.6	108	338.463	9206.4	112	350.159	10000.0	116	361.865	10763.2	120	373.581	11596.0	124	385.301	12424.8	128	397.026	13158.4	132	408.785	13920.0	136	420.557	14699.6	140	432.342	15480.0	144	444.140	16281.6	148	455.941	17076.0	152	467.754	17882.4	156	479.579	18690.0	160	491.415	19500.0	164	503.263	20311.6	168	515.122	21124.8	172	527.093	21940.0	176	539.074	22756.8	180	551.066	23584.0	184	563.068	24412.8	188	575.080	25243.2	192	587.102	26065.6	196	599.135	26928.0	200	611.177	27791.2	204	623.229	28656.0	208	635.291	29531.2	212	647.362	30408.0	216	659.442	31286.4	220	671.531	32187.2	224	683.628	33000.0	228	695.733	33794.4	232	707.846	34584.0	236	719.966	35364.0	240	732.093	36136.0	244	744.256	36900.0	248	756.534	37636.0	252	768.827	38364.0	256	781.135	39104.0	260	793.448	39840.0	264	805.775	40584.0	268	818.117	41336.0	272	830.474	42096.0	276	842.845	42864.0	280	855.230	43656.0	284	867.628	44424.0	288	880.039	45180.0	292	892.463	45912.0	296	904.901	46656.0	300	917.353	47376.0	304	929.818	48104.0	308	942.297	48816.0	312	954.791	49500.0	316	967.298	50208.0	320	979.818	50920.0	324	992.356	51636.0	328	1004.914	52344.0	332	1017.478	53064.0	336	1030.059	53784.0	340	1042.665	54504.0	344	1054.867	55224.0	348	1067.084	55960.0	352	1079.316	56712.0	356	1091.563	57468.0	360	1103.825	58200.0	364	1116.096	58944.0	368	1128.793	59664.0	372	1141.575	60384.0	376	1154.372	61120.0	380	1167.185	61872.0	384	1179.013	62616.0	388	1191.856	63324.0	392	1204.622	64032.0	396	1218.297	64744.0	400	1231.830	65460.0	404	1245.524	66192.0	408	1259.279	66948.0	412	1273.004	67716.0	416	1286.799	68496.0	420	1300.564	69264.0	424	1314.399	70032.0	428	1328.204	70800.0	432	1342.079	71568.0	436	1355.924	72336.0	440	1369.744	73116.0	444	1383.529	73900.0	448	1397.279	74688.0	452	1410.904	75480.0	456	1424.294	76272.0	460	1437.869	77064.0	464	1451.404	77856.0	468	1464.999	78648.0	472	1478.554	79440.0	476	1492.069	80232.0	480	1505.544	81024.0	484	1519.089	81816.0	488	1532.584	82608.0	492	1546.089	83400.0	496	1559.549	84192.0	500	1573.074	84984.0	504	1586.524	85776.0	508	1600.044	86568.0	512	1613.569	87360.0	516	1627.054	88144.0	520	1640.504	88928.0	524	1653.999	89712.0	528	1667.454	90496.0	532	1680.904	91280.0	536	1694.369	92064.0	540	1707.844	92848.0	544	1721.339	93624.0	548	1734.804	94400.0	552	1748.249	95184.0	556	1761.724	95952.0	560	1775.169	96720.0	564	1788.624	97488.0	568	1802.089	98256.0	572	1815.564	99024.0	576	1829.009	99792.0	580	1842.424	100560.0	584	1855.899	101328.0	588	1869.334	102096.0	592	1882.739	102864.0	596	1896.104	103632.0	600	1909.529	104392.0	604	1922.904	105152.0	608	1936.339	105912.0	612	1949.734	106672.0	616	1963.109	107432.0	620	1976.544	108192.0	624	1989.909	108952.0	628	2003.234	109712.0	632	2016.629	110472.0	636	2030.034	111232.0	640	2043.459	111992.0	644	2056.804	112752.0	648	2070.179	113512.0	652	2083.574	114272.0	656	2096.929	115032.0	660	2110.304	115792.0	664	2123.699	116552.0	668	2137.074	117312.0	672	2150.429	118072.0	676	2163.754	118832.0	680	2177.049	119592.0	684	2190.404	120352.0	688	2203.729	121112.0	692	2217.024	121872.0	696	2230.399	122632.0	700	2243.744	123392.0	704	2257.069	124152.0	708	2270.424	124912.0	712	2283.749	125672.0	716	2297.024	126432.0	720	2310.369	127192.0	724	2323.644	127952.0	728	2336.929	128712.0	732	2350.204	129472.0	736	2363.529	130232.0	740	2376.804	130992.0	744	2390.129	131752.0	748	2403.404	132512.0	752	2416.729	133272.0	756	2430.004	134032.0	760	2443.329	134792.0	764	2456.604	135552.0	768	2469.929	136312.0	772	2483.204	137072.0	776	2496.529	137832.0	780	2509.804	138592.0	784	2523.129	139352.0	788	2536.404	140112.0	792	2549.729	140872.0	796	2563.004	141632.0	800	2576.329	142392.0	804	2589.604	143152.0	808	2602.929	143912.0	812	2616.204	144672.0	816	2629.529	145432.0	820	2642.804	146192.0	824	2656.129	146952.0	828	2669.404	147712.0	832	2682.729	148472.0	836	2696.004	149232.0	840	2709.329	149992.0	844	2722.604	150752.0	848	2735.929	151512.0	852	2749.204	152272.0	856	2762.529	153032.0	860	2775.804	153792.0	864	2789.129	154552.0	868	2802.404	155312.0	872	2815.729	156072.0	876	2829.004	156832.0	880	2842.329	157592.0	884	2855.604	158352.0	888	2868.929	159112.0	892	2882.204	159872.0	896	2895.529	160632.0	900	2908.804	161392.0	904	2922.129	162152.0	908	2935.404	162912.0	912	2948.729	163672.0	916	2962.004	164432.0	920	2975.329	165192.0	924	2988.604	165952.0	928	3001.929	166712.0	932	3015.204	167472.0	936	3028.529	168232.0	940	3041.804	169032.0	944	3055.129	169792.0	948	3068.404	170552.0	952	3081.729	171312.0	956	3095.004	172072.0	960	3108.329	172832.0	964	3121.604	173592.0	968	3134.929	174352.0	972	3148.204	175112.0	976	3161.529	175872.0	980	3174.804	176632.0	984	3188.129	177392.0	988	3201.404	178152.0	992	3214.729	178912.0	996	3228.004	179672.0	1000	3241.329	180432.0