



T
624.69
A554

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



BIBLIOTECA

Facultad de Ingeniería MECANICA

“Problemas y Soluciones en la Selección e Instalaciones de equipos de bombeo para Camaronera”

**Presentación del:
Informe Técnico**

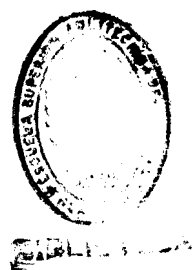
**Previa a la obtención del Título de
INGENIERO MECANICO**

Presentado por:

WILMER CARLOS ANDRADE BUSTAMANTE

Guayaquil - Ecuador
1991

AGRADECIMIENTO



Al Ing. MANUEL HELGUERO G.
Director del Informe Técnico,
por su ayuda y colaboración
para la realización de este
trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES
A MIS HERMANOS
A MI ESPOSA Y
A MIS HIJOS

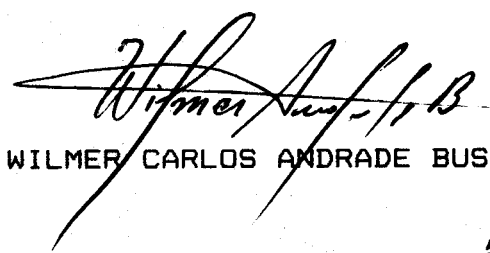
DECLARACION EXPRESA




Declaro que:

" Este informe Técnico corresponde a la resolucibn de un problema práctico relacionado con el perfil profesional de la Ingenieria Mecánica ".

(Reglamento de Graduacibn mediante la elaboracibn de Informes Técnicos).


WILMER CARLOS ANDRADE BUSTAMANTE





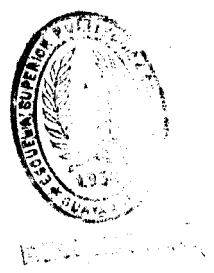
ING. NELSON BEVALLOS
Decano)



ING. MANUEL HELGUERO G.
Director de Informe



ING. FEDERICO CAMACHO.
Miembro Tribunal





RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo asistir técnicamente al personal (técnico) que tiene que ver con la selección, instalación y mantenimiento de los equipos de Bombeo en los diferentes sistemas de riego y en especial a las Camaroneras.

El alto costo del combustible (diesel) esta obligando a las camaroneras a revisar sus instalaciones y por ende sus equipos por cuantos son ellos los que consumen en gran porcentaje los costos de operación en lo que tiene que ver con el bombeo de agua. Así mismo los costos de mantenimiento son analizados para ver razones de deterioro prematuro de los equipos tales como bomba, motor, tuberías, etc.



El primer capítulo de este informe ¹detalla en forma general las razones y sus objetivos que originan el mismo.

El segundo capítulo describo aspectos teóricos y prácticos para la selección de bomba y motor.

Las tuberías y accesorios es de mi interés describirlos por cuanto su fabricación es de vital importancia para un caudal apropiado de agua.

Los diversos tipos de acoplamiento tales como ejes intermedios tubulares y polea-banda, son dos de las condiciones más importantes para el acoplamiento entre bomba y motor.

La cimentación es parte vital para un buen desempeño en los equipos de bombeo, y tal es tratado en este capítulo.

Los problemas más comunes tales como capacidad y potencia apropiada de bombeo, la cavitación, vibración y golpe de ariete son descritos y graficados en forma objetiva.

El capítulo tres realiza cálculos y al mismo tiempo describo algunos aspectos técnicos para una buena selección de equipos así como determinar apropiadamente la carga total del sistema de bombeo.

Luego de haberse seleccionado el equipo es importante determinar el acoplamiento apropiado, siendo el de polea-banda el que trate más profundamente.

El cuarto capitulo mancionamos algunas conclusiones a las que he llegado luego de haber seguido apropiadamente los diversos criterios técnicos que se ha recomendado en este informe.

INDICE GENERAL

Pág .

RESUMEN	
INDICE GENERAL	
SIMBOLOGIA	
INDICE DE FIGURAS	
INDICE DE TABLAS	

CAPITULO I

I.- ANTECEDENTES	
1.1 Historia	
1.2 Justificacibn	
1.3 Objetivos	

CAPITULO XI

II.- DEFINICION DEL PROBLEMA	
2.1 Parbmetros para la selección de equipos ..	
2.2 Parbmetros para la instalacibn	
2.3 Problemas más comunes en la selección e instalacibn	

CAPITULO III

III.-CALCULOS Y CRITERIOS TECNICOS DEL SISTEMA

DE BOMBEO EN CAMARONERAS

3.1 Cálculo del caudal requerido de acuerdo
al área a bombear

3.2 Cálculo de la altura dindmica total ADT...

3.3 Selección de bombas para camaroneras.....,

3.4 Selección del equipo motriz

3.5 Selección y cálculo de acoplamiento



BIBLIOTECA

CAPITULO IV

IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

APENDICE

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA



BIBLIOTECA

SIMBOLOGIA

- INEC : Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
- IPC : Índice de Precios al Consumidor
- ICIC : Índice de Costo de Industria Camaronera
- H_{ST} : Carga Estática Total
- H_D : Carga Estática de carga
- H_S : Carga Estática de Succión
- H_f : Carga de Fricción
- H_{f1} : Carga de Fricción a lo largo de la Tubería
- H_{f2} : Carga de Fricción por accesorios
- K_p : Constante del material
- L : Longitud de la tubería
- Q : Caudal
- D : Diámetro de la tubería
- J : Factor de conversión dependiendo de la rugosidad relativa de la tubería la velocidad del fluido
- K : Coeficiente de resistencia que depende del diseño y tamaño del accesorio
- V : Velocidad promedio dentro del tubo de diámetro equivalente
- g : Aceleración debido a la gravedad
- H_T : Carga hidráulica total
- ADT : Altura Dinámica Total

AETMB: Altura Estática en marea baja
AETMA: Altura Estática en marea baja
A : .Area de piscinas
d : profundidad promedio de las piscinas
T : Horas de bombeo
r : porcentaje de renovación
HSMA : Altura de **Succión** de marea alta
HSMB : Altura de **Succión** de marea baja
H : Profundidad de cimentación
L₁ : Longitud de la cimentación
B : Ancho de la cimentación
W : Peso del equipo
°C : Grados Centígrados
mm : milímetros
m : metros
QH : Caudal Vs Cabezal
NPSH : Cabezal Neta Positiva de **Succión**
H_{FFS} : Altura por **Pérdidas** por fricción en la **succión**
H_{FLV} : Altura equivalente a la presión de vapor del
líquido a la temperatura de bombeo
ADTMB: Altura Dinámica total en marea baja
ADTMA: Altura **Dinámica** total en marea alta
n : eficiencia
RPM_b : Revoluciones de la bomba
HP₁ : Potencia absorbida de la bomba
HP₂ : Potencia motriz o de **diseño**

C_2 Factor de servicio
 P_c : Potencia corregida
 $22c$: Perfil de la banda
 r Relación de transmisión
 n_1 : Revoluciones por minuto del motor
 n_2 : Revoluciones por minuto de la bomba
 d_1 : diámetro de la polea del motor
 d_2 diámetro de la polea de la bomba
 e distancia entre ejes
 L Longitud primitiva teórica de la banda
 L' Longitud primitiva de la banda según manual
 e_1 : distancia entre ejes corregida
 HP_b : Potencia transmisible por banda
 c_1 : Arco de contacto
 c_2 : Factor de corrección
 N^o_b : Número de bandas



INDICE DE FIGURAS

Pág .

1.-	Equipo de bombeo típico	
2.-	Curva característica de Bomba	
3.-	Sistema de Bombeo Succibn y Descarga	
4.-	Perno de anclaje	
5.-	Instalación para la cimentación de una máquina..	
6.-	Acoplamiento flexible	
7.-	Acoplamiento tipo cardan	
8.-	Acoplamiento por bandas	
9.-	Aplicacibn de la lechada de cemento	
10.-	Distribución de la presión estática a través de una tubería	
11.-	Formacibn de vapor de agua en funcibn de la temperatura y presibn atmosférica	
12.-	Comportamiento de la presibn de agua a través de una bomba centrifuga	
13.-	NPSH Disponible	

INDICE DE TABLAS

Pdg .

I.-	Constantes K_p en tuberías	
II.-	Datos para la selección de Bandas	
III.-	Pérdidas por fricción en accesorios	
IV.-	Velocidad y pérdida de carga por fricción en tuberías	
V.-	Cálculo del sistema	
VI.-	Resumen de los resultados del cálculo	

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1.1 HISTORIA

Por todos es conocido que en nuestro país es un importador antes que exportador de bienes do capital y en muchos de los casos estos bienes son mal seleccionados, es decir, subdimensionados o sobredimensionados y en otros casos son mal instalados.

En lo que respecta a equipos de bombeos para camaroneras se ha podido constatar que estos han sido seleccionados inadecuadamente o si se quiere en forma empirica.

a

Cuando se ha seleccionado una bomba no se ha tomado

en cuenta normas técnicas básica para su correcta selección, tales como, capacidad requerida, capacidad de succión, condiciones de descarga, tipo de instalación, característica de la fuerza motriz, etc.

En algunos casos se ha seleccionado motores así mismo sin respetar normas, tales como: altitud, temperatura de aire, ambiente, rotación y velocidad de trabajo, tipo de mantenimiento, combustible y lo que es más importante disponibilidad de repuestos y asistencia técnica por parte del proveedor del equipo.

Como estos equipos han sido seleccionados e instalados sin respaldo técnico, el costo de mantenimiento de los mismos han crecido exponencialmente, tal es así que su porcentaje ya incide actualmente en los costos de operación de una camaronera.

En diesel, aceite, filtros, repuestos, etc, son rubros que día a día representan ingente suma de dinero, que por no haberse optimizado la selección e instalación de los equipos están minimizando la rentabilidad, que en tiempos atrás eran atractivos para el inversionista.

1.2 JUSTIFICACION

La instalacibn de un equipo de bombeo, hecha inadecuadamente ha permitido no obtener el caudal requerido para un porcentaje necesario de reposicibn de agua.

En casos cuando no se ha tomado en cuenta las condiciones de succibn de una instalacibn con la capacidad de succión de la bomba se ha observado como la misma se deteriora prematuramente por cavitacibn.

En lo que respecta a una inadecuada instalacibn de un equipo de bombeo, tiene que ver mucho con la calidad y la forma como es ubicada la tubería de agua, y por sobre todo, la tubería de succibn. Una mala calidad de tubería, sea esto por su pobre espesor o por no se ha dado el tratamiento adecuado de pintura va ha acelerar su deterioro por corrosión.

Si su ubicacibn no respeta las normas técnicas elementales irá en detrimento de la bomba.

El tipo de acople de un equipo de bombeo va a incidir en su capacidad de bombear. Una mala selección de acople sea esta por polea-banda puede crear un

aparente sobrecarga en el motor, o una excesiva potencia del mismo.

Los costos operacionales al inicio de una construcción de una camaronera son tan elevados que en muchas ocasiones ha obligado al inversionista, no prestarle la atención necesaria a la infraestructura en donde un equipo de bombeo va a funcionar.

Como consecuencia de esto las cimentaciones sblidas no tiene el espesor y la mezcla adecuada de acuerdo al subsuelo y el peso que va a soportar, los pernos de anclaje entre la base común del equipo de bombeo y la cimentación no guardrn las normas técnicas para el caso.

Lo anteriormente mencionado ha sido causa suficiente para que una infraestructura y/o el equipo de bombeo se malogren prematuramente, por deslizamiento de tierra y vibración.

1.3 OBJETIVOS

El objetivo de éste informe es de dar a conocer criterios técnicos para una bptima seleccibn e instalacibn de un equipo de bombeo para camaronera, minimizando así los diversos problemas que conllevan una mala seleccibn e instalacibn.

El mantenimiento es importante para la vida útil del sistema y por esto se expondrá algunos tópicos, que se deben tener en cuenta para un buen mantenimiento de lo equipos, se describirá aspectos teóricos y prácticos para la seleccibn de bomba y motor.

Uno de los objetivos de este informe es el describir tuberias y accesorios por cuanto su fabricación es de vital importancia para un caudal apropiado de agua.

Los diversos tipos de acoplamiento tales como eje intermedio tubulares y poleas-bandas son dos de las condiciones más importantes. para el acoplamiento entre bomba y motor.

La cimentacibn es parte vital para un buen perfomance en los equipos de bombeos y como tal es tratado en este informe.

Los problemas más comunes tales como capacidad, potencia apropiada de bombeo, la cavitación, vibración y golpe de ariete son descritos y graficados en forma objetiva.

CAPITULO II

DEFINICION DEL PROBLEMA

En nuestro medio siempre ocurre que toda empresa altamente rentable se deja de lado cualquier aspecto técnico, esto ocurrió con muchas de las primeras camarónicas que se formaron al inicio del boom (1979) que no se respetó casi ninguna norma técnica para la selección e instalacibn de los equipos de bombeos.

Pero a partir de los dos últimos años el precio por libra del camarón no ha subido significativamente, la gran producción externa (ASIA - MEXICO), la escasez de larva y los elevados costos de los insumos como balanceados, repuestos, combustibles, etc, está ocasionando que ese gran margen de utilidad que antes se obtenia se ve disminuida.

La única medida de la inflación que existe en el país es el Índice de Precios al Consumidor, conocido como IPC, elaborado por el INEC. Para el caso de la industria camaronera, este índice no refleja el verdadero encarecimiento de sus insumos y la consiguiente elevación del costo.

Así por ejemplo, entre Febrero de 1988 y Febrero de 1989, el IPC aumentó un acumulado del 90.9 %. En cambio, los insumos más importantes de los cultivadores de camarones se incrementó de la siguiente forma.

Larvas	230 %
Alimento	116 %
Diesel	154 %
Aceite	113 %
Salarios	84 %
Repuestos	318 %
Urea	100 %
Costo financiero	21 %

Como se ve, con excepción de los salarios y la tasa de interés, todos los demás insumos de la industria camaronera se elevaron por encima del IPC.

Por ésta razón ha sido necesario elaborar un Índice de Costo de la Industria Camaronera, al que llamaremos ICIC,

que muestra con más exactitud el verdadero estado del sector (Apendice A).

Todo esto está exigiendo que en la actualidad se revise toda la infraestructura y por ende los sistemas de bombeo tanto como su selección e instalación.

2.1 PARAMETROS PARA LA SELECCION DE EQUIPOS

Se describirá a continuación cada uno de los parámetros y elemento de un sistema de bombeo más comunmente usado en las camaroneras (Fig N^o 1).

A.- BOMBAS

B.- MOTOR

C.- TUBERIAS Y ACCESORIOS

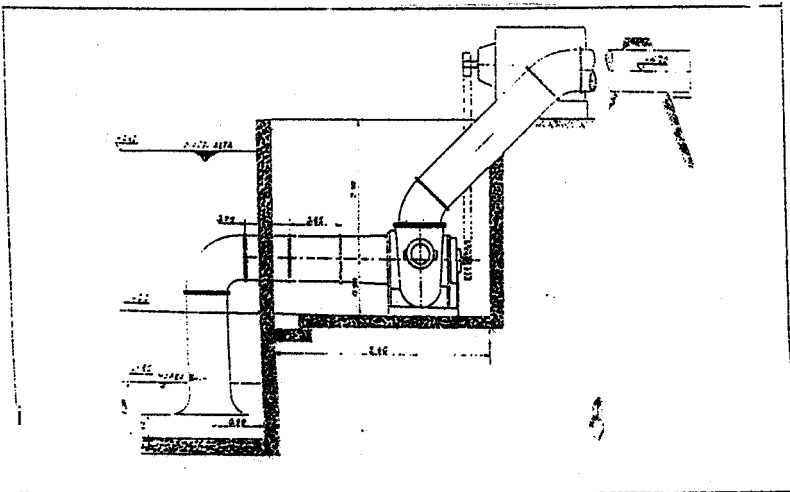


Fig N^o 1 Equipo de bombeo típico

A). BOMBAS.- Una bomba es un aparato mecánico cuya única función es adicionarle energía a un fluido para que pueda realizar un trabajo.

Las bombas centrifugas de flujo axial y de flujo mixto son las bombas más comúnmente usadas en la industria camaronera, la procedencia de las mismas es variada. Perú, España, Yugoslavia, Alemania, Colombia, se destacan como los mayores proveedores de bombas. Perú con las bombas centrifugas de flujo mixto de 16, 20 y 28 pulg.

En el mercado nacional se fabrica bombas de flujo axial de muy buena calidad a mi entender, pero debido a su pobre cabezal de succión su uso es muy limitado, ya que es mandatorio realizar una buena infraestructura a la orilla del estero.

En nuestro medio también se fabrican bombas de flujo axial en forma artesanal y como es obvio sin ninguna garantía, tal es así, que no se dispone de ninguna curva de cabezal Vs caudal.

Las bombas centrifugas no se pueden clasificar únicamente por los diámetros de succión y descarga, puesto que ellos no dan la

información necesaria para su utilización. Es por ello que se requiere especificar la capacidad deseada y la carga hidráulica total ó altura dinámica total contra la que se requerirá que trabaje la bomba mientras descarga el caudal de agua especificada.



Como es necesario usar un motor para mover se requiere conocer las revoluciones por minuto a que debe trabajar, así como la potencia absorbida.

La eficiencia de la bomba es un dato que complementa los anteriores para calcular con exactitud la potencia necesaria. Estos datos se dan graficados en la figura N° 2.

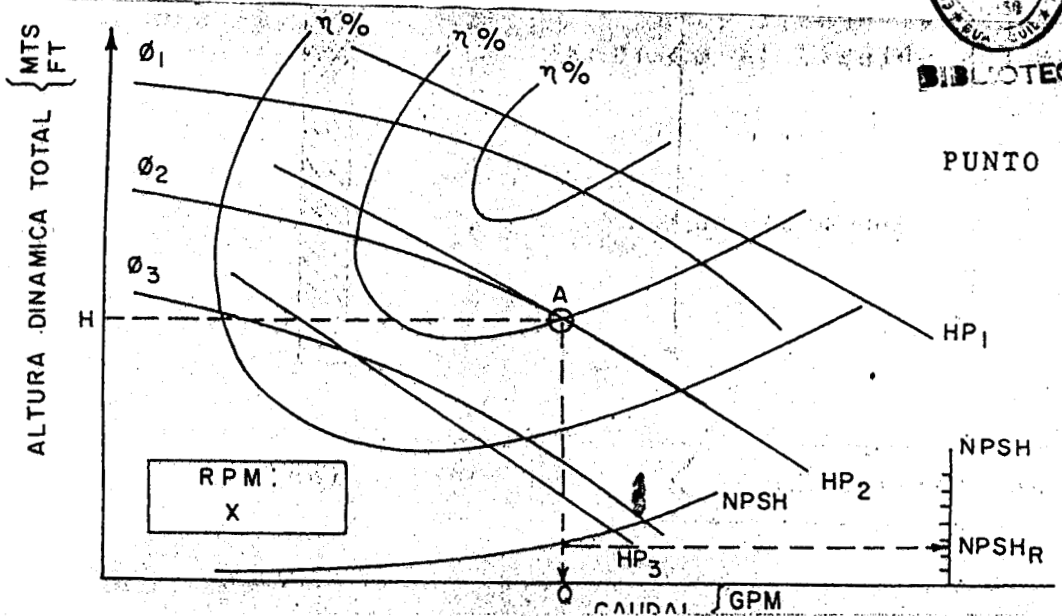
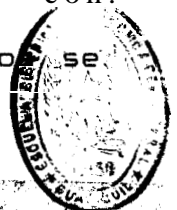


Fig N° 2 Curva característica de Bomba

La carga hidrodulica total de un sistema contra la cual debe operar una bomba está compuesta de :

- 1.- Carga Estdtica total
- 2.- Carga de friccibn

1.- CARGA ESTADICA TOTAL ($H_{s,t}$)

La carga estdtica total es la diferencia de elevacibn entre el nivel del liquido de descarga y el nivel del liquido de succibn. La "carga estdtica de descarga" (H_d) es la diferencia de elevacibn entre el nivel del liquido de descarga y la linea de centro de la bomba. La "carga estdtica de succibn" (H_s) es la diferencia de elevacibn entre el nivel del liquido de succibn y la linea del centro de la bomba.

Sí la carga estdtica de succión es un valor negativo por que el nivel del liquido de succibn está abajo de la línea de centro de la bomba, generdlmente se dice que es una "elevacibn estdtica de succibn". De la fig No 3 se puede determinar que $H_{s,t}$, se calcula como sigue:

$$H_{\text{net}} = H_d - H_s \quad (\text{fbrmula 1})$$

SISTEMAS DE BOMBEO:

a) DESCARGA - SUCCION

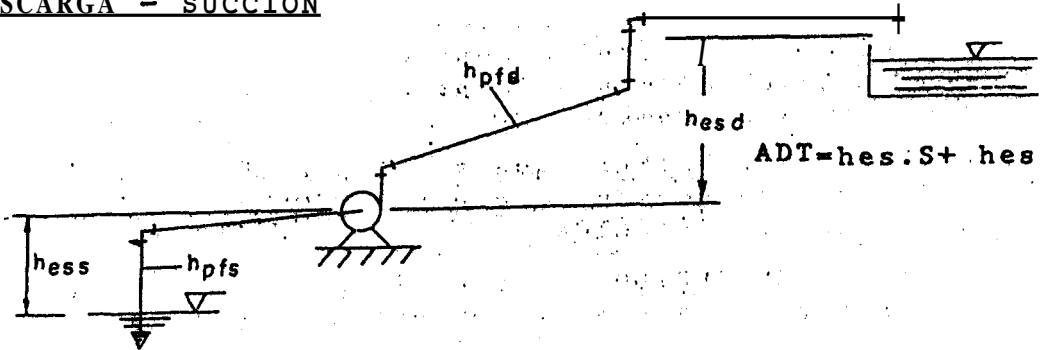


Fig. N° 3 sistema de bombeo Succión-Descarga

2.- CARGA DE FRICCION (H_f)

La carga de friccibn es la carga equivalente, expresada en metros del liquido bombeado, que es necesaria para venter las pérdidas de fricción causadas por el flujo de agua a través de la la tubería, incluyendo, todos los accesorios.

$$H_f = H_{f1} + H_{f2} \quad (\text{fbrmula 2})$$

La fbrmula 2 , define la carga por fricción a

lo largo de la tubería de succión y descarga (H_{f1}) más la carga por fricción por accesorios (H_{f2}).

La carga de fricción varía con la cantidad, flujo, tamaño, tipo y condiciones de la tubería y accesorios. Esta carga puede ser calculada tomando en cuenta las pérdidas por fricción a lo largo de la tubería, mediante la fórmula de Hazen-Williams:

$$H_{f1} = \frac{L}{100} K_p \frac{Q^{1.85}}{D^{4.87}} \quad (\text{fórmula 3})$$

$$H_{f1} = J \frac{L}{100} \quad (\text{fórmula 4})$$

Donde:

L = longitud de tubería (m)

K_p = constante (Tabla I)

Q = caudal (lt/seg)

D = diámetro de la tubería (m)

J = factor de conversión dependiendo de la

rugosidad relativa de la tubería; la velocidad del líquido, el tamaño de la tubería y la viscosidad del líquido.

Las pérdidas por fricción que se observa en los accesorios; sean estos codos, válvulas, tees, reductores, etc, se obtendrá mediante la fórmula.

$$H_{fz} = \sum K * V / 2g \quad (\text{fórmula 5})$$

Donde:

$\sum K$: Sumatoria de los coeficientes de resistencia; que depende del diseño y tamaño del accesorio

V : Velocidad promedio dentro del tubo de diámetro equivalente (m/seg)

g : Aceleración debido a la gravedad (9,81 m/seg)

TABLA I
CONSTANTES K, EN TUBERIAS

MATERIAL TUBERIA	K _p
ACERO	0.208
ALUMINIO	0.148
ASBESTO	0.111
PLASTICO	0.098

Conociendo los conceptos enunciados anteriormente, se está en capacidad de determinar la carga hidráulica total de un sistema de bombeo.

La carga hidráulica total H_T , de una bomba centrífuga es la energía impartida al líquido por la bomba, puede calcularse determinando la suma algebraica de la carga estática del nivel de abastecimiento al de descarga H_{ST} , más todas las pérdidas por fricción para la capacidad que se está considerando H_T , entonces:

$$H_T = H_{ST} + H_f \quad \text{(fórmula 6)}$$

$$H_T = H_{ST} + H_{f1} + H_{f2} \quad \text{(fórmula 7)}$$

La Altura Dinámica Total (ADT) como también se la puede llamar a la Carga Hidráulica Total (H_T), varía en función de la elevación estática de succión, debiéndose esto a la variación de la marea del estero, por lo que:

$$ADT = H_T = H_{ST} + H_f \quad (\text{fórmula 8})$$

$$ADT = AETMA + H_{f1} + H_{f2} \quad (\text{fórmula 9})$$

$$ADT = AETMB + H_{f1} + H_{f2} \quad (\text{fórmula 10})$$

Donde la fórmula 9 refleja la altura dinámica total en marea alta, la fórmula 10 es la altura dinámica total en marea baja.

Como se menciona en un principio, la información más importante para la selección de una bomba centrífuga, además de la carga hidráulica, es la capacidad que tiene para mover una cierta cantidad de líquido en un tiempo determinado. Para el uso de riego en piscinas camaroneras, la capacidad de bombeo se la puede determinar como sigue:

$$Q = 2780 * A * d * \% / t \quad \text{ft}^3 \quad (\text{fórmula 11})$$

Donde:

Q : capacidad de bombeo (lt/seg)

A : Area de la piscina (Ha)

d : profundidad promedio de la piscina (m)

t : horas de bombeo por día (hr)

$\%$: porcentaje de renovación diaria de agua

A continuación se expone un cuadro (Tabla II) donde al llenar todos los datos que se solicitan en el mismo, se estará entonces en condiciones de obtener la capacidad de bombeo y la carga hidrúlica total del sistema.



TECA

TABLA I I

DATOS PARA SELECCION DE BOMBAS

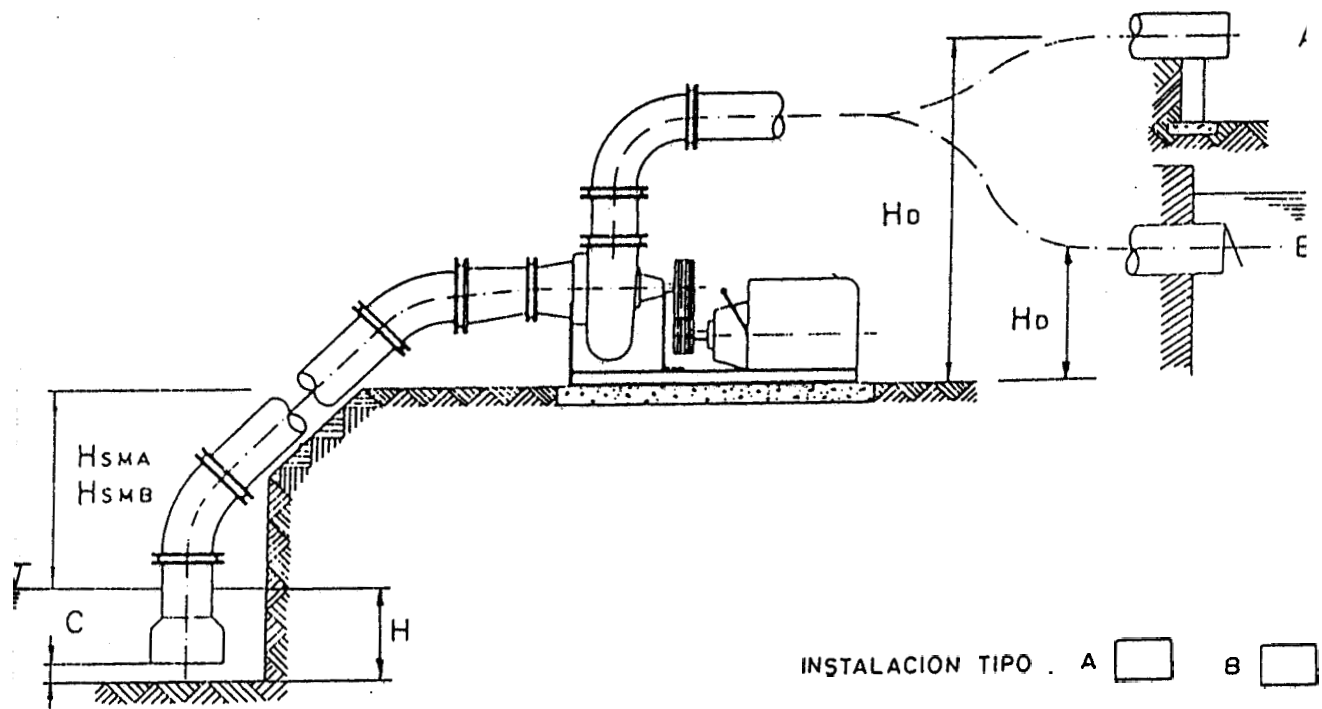
CLIENTE
 DIRECCION TELEFONO
 TOTAL DE AREAS PISCINAS Ha
 PROFUNDIDAD PISCINA (PROMEDIO) m
 HORAS DE BOMBEO POR DIA Hr
 RENOVACION DIARIA %

H_{sma} (m)	H_{smb} (m)	L_s (m)	Diámetro de la tubería (m)

Nº CODO 90º	Nº CODO 45º	Nº CODO 30º

H_B (m)	L_D (m)	Diámetro de la tubería (m)

Nº CODO 90º	Nº CODO 45º	Nº CODO 30º



INSTALACION TIPO . A B

B). MOTOR.— La bomba es un equipo tan versátil que su equipo motriz puede variar de acuerdo al tipo de servicio, siendo estos motores eléctricos o de combustión interna. El motor de combustión interna se usa intensamente como unidad motriz para las bombas de tipo centrífugo.

En las camaroneras, por el costo que tiene actualmente los combustibles, se ha generalizado el uso de motores a diesel, y en nuestro medio se cuenta con una diversidad de proveedores desde 15 HP en adelante con servicio de repuesto y mantenimiento.

Los fabricantes de motores a diesel publican curvas de rendimiento el cual relaciona potencia, consumo de combustible, y torque con las rpm del motor bajo condiciones estandar de temperatura, humedad y altura, así mismo casi todas las curvas de los motores son curvas de motores BASICO A máxima potencia en uso intermitente.

En estos casos es importante tomar en cuenta que es necesario restar hasta un 20 % de la potencia máxima para cuando se lo quiere operar continuamente, y restar hasta un 10 % por accesorio, como ventilador, alternador,

compresor, etc.

Para la seleccibn de motores a diesel se debe considerar varios factores, además de conocer su costo, capacidad del proveedor para atender las necesidades de repuestos y mantenimiento preventivo que debiera ocasionalmente realizarse en el equipo, tipo de garantía que ofrece el distribuidor.

DATOS GENERALES

- modelo específico del motorNº código
- número de cilindrosNº cilindros
- diámetro y carrera del pistónin (mm)
- desplazamiento in (L)
- relación de compresibnNº
- potencia máximabhp (Kw)
- potencia en continuobhp (Kw)
- velocidad máxima en continuorpm
- torque máximo lb-ft (N-m)
- velocidad a torque máximorpm
- sistema de combustibn
- tipo de aspiracibn de aire

CONFIGURACION

El proveedor debe indicar los modelos y procedencia de cada uno de los accesorios que conforma el motor, las velocidades mínimas y máximas de operación.

DATOS FISICOS

Para este caso debemos disponer de:

- largo in (mm)
- ancho in (mm)
- alto in (mm)
- peso in (mm)
- centro de gravedad x-y-zin (mm)

SITEMA DE COMBUSTIBLE

- bomba de inyección: fabricante-modelo-tipo
- inyector: fabricante-modelo-tipo
- regulador: fabricante-modelo-tipo
- filtros de combustible: fabricante-modelo-tipo
- flujo total de combustiblegal/hr(lt/hr)
- consumo de combustiblegal/hr(lt/hr)

SISTEMA DE LUBRICACION

- presión de aceite a plena cargapsi (KPa)
- presión de aceite a mínima rpmpsi (KPa)
- temperatura de aceite en el carter ...°F (°C)
- capacidad de aceite en el carter
(mínimo y máximo)qt (L)
- capacidad de aceite incluyendo
los filtrosqt (L)
- ángulo de operacióngrados
- filtros de aceite: fabricante-modelo-tipo

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

- capacidad de flujo de la bomba
de aguagal/min(lt/min)
- termostato:rango de operación ..°F (°C)
- capacidad del refrigerante
del motorqt (L)
- capacidad del refrigerante
con radiadorqt (L)
- temperatura máxima y mínima
de operación°F (°C)
- tapa de tanque de expansión
y radiadorpsi (KPa)

SISTEMA DE AIRE

- restricci3n de admisibn de **aire**
con depurador limpioin H₂O (KPa)
- restricci3n de admisibn de **aire**
con depurador sucioin H₂O (KPa)
- flujo de **aire** al motorin H₂O (KPa)
- presi3n de aire al motorft/m3n(m/m3n)
- presi3n en el mofle de admisibn ..in Hg (KPa)
- di3metro de tuberia en la
admisibn in (mm)
- flitro de **aire**; fabricante-modelo **tipo**

SISTEMA DE ESCAPE

- flujo de los **gases** de escapeft/min(m/min)
- temperatura de los **gases**°F (°C)
- maxima contrapresi3nin Hg (mm)
- di3metro **de** tuberia m3nimo para
los de escape in (mm)
- silenciador : fabricante-modelo-tipo

SISTEMA ELECTRICO

- motor de arranque V
- alternador V - A
- polaridad a masanegativo o positivo
- sistema de paro
autom3ticoel3ctrico o mec3nico

C). TUBERIAS Y ACCESORIOS.- En un equipo de bombeo es de primordial importancia realizar un buen trabajo en la selección de tuberías y accesorios.

En el mercado nacional existe muchos fabricantes de diferente calidad de tuberías, mucho se trabaja en forma artesanal a nivel de taller.

Siendo el sitio donde se encuentran las camaroneras un sitio altamente salitroso, se debe considerar la cantidad y localización de la tubería y sobre todo la de succión ya que dependiendo de la calidad del material con que es fabricado tiende a deteriorarse prematuramente; así tenemos que la tubería fabricada con hierro negro se corroe en poco tiempo si no está tratado y recubierto con pintura especial.

La tuberías de fibra de vidrio, por su alta rigidez en los puntos de apoyo se cuarteán fácilmente permitiendo la entrada de aire.

En las camaroneras que usan bombas verticales o axiales, minimizan el uso de tubería, ya que por su característica están ubicadas sobre el estero o plataformas de hormigón por lo que, solo se requiere de una mínima cantidad para la descarga

que oriente el agua hacia el canal reservorio.

Se detalla una lista de tuberías y accesorios, cuyo caso en camaroneras es generalizado.

- TUBERIAS: SUCCION, DESCARGA

- VALVULA CHEQUE

- CODOS DE 90° - 45° - 60°

- REDUCTORES

Para la fabricacion de valvulas cheques se debe tomar en cuenta que este es un accesorio que produce pérdidas y aumenta la carga hidráulica, por lo que se debe fabricar diámetro **mayor** que el diámetro de la tubería de succión.

El uso de tubería de hierro es generalizado por su fácil instalación y mantenimiento con respecto a las tuberías de fibras de vidrio y por su costo con respecto a la tubería de poliuretano.

Cuando se usa bombas centrifugas es necesario el uso de tuberías de succión, esto debe ser directa y corta como sea posible y del diámetro adecuado al caudal de la bomba, generalmente igual o mayor

que el de la brida de succión.

La velocidad de flujo en la tubería de succión no debe sobrepasar 2 m/seg.

La tubería debe tener una ligera inclinación ascendente de 5° a 6° hacia la bomba para evitar la formación de bolsas de aire, que invariablemente causan dificultades. Solo deberán usarse reductores derechos instalados en el lado recto hacia arriba, entre la tubería y la boquilla de succión de la bomba.

Los codos y otros accesorios inmediatos a la succión de la bomba deberán seleccionarse y arreglarse cuidadosamente, o se alterará desfavorablemente el flujo dentro del impulsor.

Generalmente se prefieren codos de radio largo para las líneas de succión porque ofrecen menos fricción y provoca una distribución más uniforme del flujo que los codos normales.

En tubería vertical de succión, la entrada deberá estar de preferencia sumergida en el líquido hasta cuatro veces el diámetro de la tubería.

Después de instalado la tubería de succión debe probarse que no tenga fugas antes del arranque inicial.

Si la succión es negativa, deberá colocarse en el extremo inferior de la tubería de succión una válvula cheque, la cual debe estar debajo del nivel mínimo del líquido; de tal manera que resulte imposible la aspiración de aire.

Debe evitarse que la abertura de aspiración se encuentre demasiado próximo al fondo, para que no aspire arena o lodo, lo cual podría originar un desgaste prematuro o un atascamiento de la bomba.

2.2 REQUISITOS PARA LA INSTALACION

La instalación de un equipo de bombeo en una camaronera, es tan importante como lo es la selección de un motor y/o una bomba, se debe tener en cuenta requisitos técnicos que deban evitar el deterioro prematuro del equipo, vibración, corrosión, deslizamiento de tierra, tubería picada prematuramente, recalentamiento de los rodamientos de la bomba, y daños mecánicos prematuros en el motor, son entre otros los

problemas que se presentan cuando no se ha realizado una buena instalacibn.

El equipo de bombeo deberá ser colocado de modo que la tubería de succibn y descarga puedan ser acoplada directamente con los accesorios soportados y anclado cerca de la bomba y en forma independiente, de tal forma que ninguna fuerza o tensión sea transmitida a la bomba.

Tensiones en las tuberías causan generalmente desalineamiento, vibracibn, roturas de acoplamiento y daños en los rodajes. Las bridas de las tuberías deben ajustar perfectamente con las de la bomba antes de que estas sean ajustadas con los pernos.

El espacio en la instalacibn debe ser lo suficiente como para permitir trabajos de inspeccibn, desmontaje de la bomba, motor y del equipo auxiliar. Si la bomba se coloca en foso, este tiene que estar protegido contra inundaciones.

Luego de que se ha seleccionado el sitio donde va a operar el equipo de bombeo y planificado su recepcibn, debemos ahora considerar algunos

parámetros para su adecuada instalacibn:

- CIMENTACION
- NIVELADO
- ALINEADO
- LECHADO



CIMENTACION .- La correcta cimentación, el montaje el aislamiento contra la vibración y el aliniamiento son los más importantes para el éxito de cualquier instalacibn de un equipo de bombeo en camaronera.

Todas las máquinas estacionarias requieren un cimentacibn o base de montaje. Hay muchas variaciones, pero todas sirven básicamente para aislar la máquina de las estructuras cercanas y para absorber o inhibir las vibraciones. Tal base también proporciona una superficie permanente y precisa sobre la cual pueden montaroe el motor y al bomba.



Para cumplir estos requisitos, la cimentacibn debe ser adecuada en tamaño y masa, descansar sobre una superficie de sustentación adecuada,

proporcionar una superficie de montaje acabada con toda precisibn, y estar equipada con los pernos de anclaje necesarios.

El tamaño y masa de cimentacibn dependerá de las dimensiones y peso del equipo (si se considera una base común). Deben seguirse las siguientes normas mínimas:

1.- El ancho de la cimentacibn debe exceder el ancho del equipo y su longitud en un mínimo de un pie.

2.- La profundidad debe ser suficiente para soportar un peso igual a 1.3 o 1.5 veces el peso del equipo. Esta profundidad puede determinarse por medio de la siguiente fbrmula:

$$H = (1.3 - 1.5) W / L_1 * B * 135 \quad (\text{fbrmula 12})$$

Donde:

H : profundidad de la cimentación (pies)

L₁: longitud de la cimentacibn (pies)

B : ancho de la cimentacibn (pies)

135 : densidad del concreto (lb/pie³)

W : peso del equipo

Los pernos de anclaje que se usen para mantener el equipo en su lugar debe ser de grado 5 SAE. El diámetro queda determinado por los agujeros de montaje del equipo. La longitud debe ser equivalente a una longitud mínima de 30 veces el diámetro, más la longitud necesaria para hacer un gancho en J o L.

Sobre la superficie superior se deben preveer unas 5 a 6 pulgadas adicionales para la lechada de cemento, placa base, calzas, cuñas roldanas, tuercas y pequeñas variaciones en el nivel de la superficie.

Un tubo de hierro o de plástico alrededor de los pernos de anclaje permite un pequeño movimiento de los pernos (fig N° 4), en caso que no quede perfectamente alineado al fraguar el hormigón.

El diámetro del tubo colocado alrededor del perno de anclaje debe ser 2 a 3 veces mayor que este último.

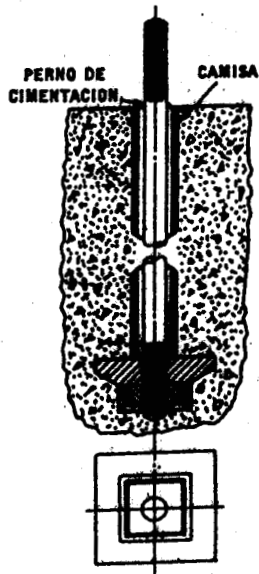


Fig. N° 4 Perno de anclaje

Es deseable aislar el equipo de bombeo, de la estructura que soportan las tuberías y demás equipos auxiliares debido a las vibraciones. El corcho, como se muestra en la (figura N° 5), podrían ser utilizados en las cimentaciones.

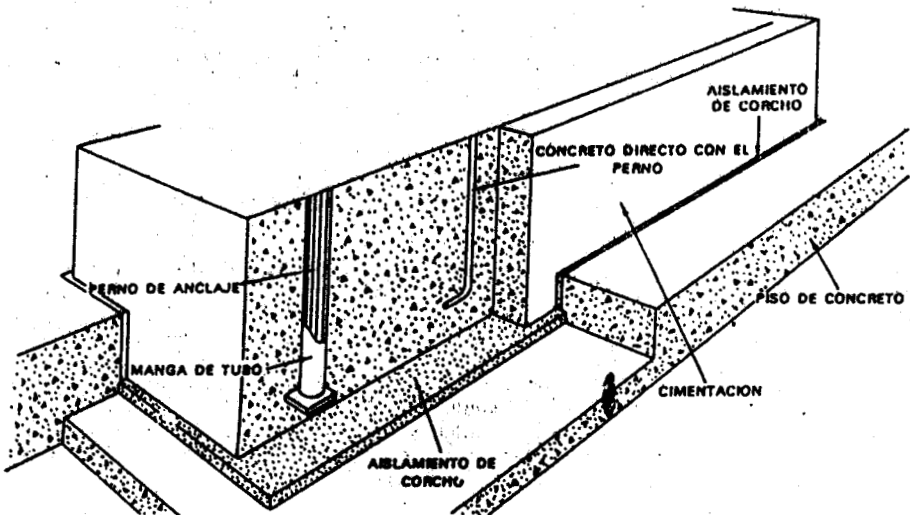


Fig. N° 5 Instalación para la cimentación de una máquina

NIVELADO .- Cuando la unidad es recibida con la bomba y el motor en su base común, esta debe ser colocada sobre su base de cimentación con los acoplamientos desconectados, dejando un espacio de 3/4 pulg. a 1 1/2 pulg., entre la cara superior del bloque de cimentación y la cara inferior de la base de la bomba, intercalando cuñas delgadas o tiras planas. Cuando sea posible, es preferible colocar el nivel de burbuja en alguna parte expuesta del eje o en una superficie cepillada de la carcasa de la bomba.

Las tiras o láminas de acero para soporte colocadas debajo de la placa de la base no se deben ajustar hasta que el eje de la bomba este nivelado la placa de la base, se deben apretar con la mano la tuerca de los tornillos o pernos de anclaje.

ALINEAMIENTOS.- Durante la operación anterior siempre es importante mantener el alineamiento entre el eje de bomba y el eje acoplado al motor, existen varias formas de acoplar la bomba al motor, las más importantes son:

a) ACOPLAMIENTO FLEXIBLE

b) ACOPLAMIENTO TIPO CARDAN

c) ACOPLAMIENTO POR BANDAS

a) ACOPLAMIENTO FLEXIBLE.- En la figura N° 6 se puede observar que a fin de poder alinear los ejes. se verificará en las dos mitades del acoplamiento presente, la distancia prescrita por el fabricante del acoplamiento. Puede efectuarse la comprobación mediante regla y calibre.

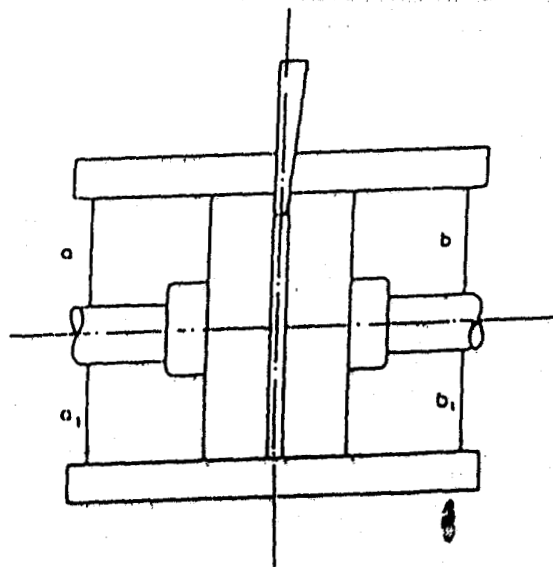


Fig. N° 6 Acoplamiento flexible

Las distancias tiene que ser:

$$a = a_1 \qquad \qquad \qquad Y \qquad \qquad \qquad b = b_1$$

además, la distancia axial ha de ser igual en toda la circunferencia del acoplamiento, lo que puede comprobarse introduciendo suavemente un "gauge" entre las dos mitades del acoplamiento pero en diferente partes de su circunferencia.

El alineamiento de un acoplamiento es correcto, cuando midiendo en 4 planos y girando 90° cada vez, no existe un juego mayor de 0.05 mm, en sentido axial ni radial.

- b) ACOPLAMIENTO TIPO CARDAN .- En la figura N° 7 se debe tomar en cuenta que si la transmisión de la fuerza a la bomba se hace por medio de juntas cardánicas, los ejes del motor y de la bomba deben estar paralelos, para que los ángulos sean iguales y tengan entre 1° y 5° , para que los rodajes rueden y el desgaste se distribuya uniformemente. La diferencia entre ambos ángulos no debe sobrepasar 1° .

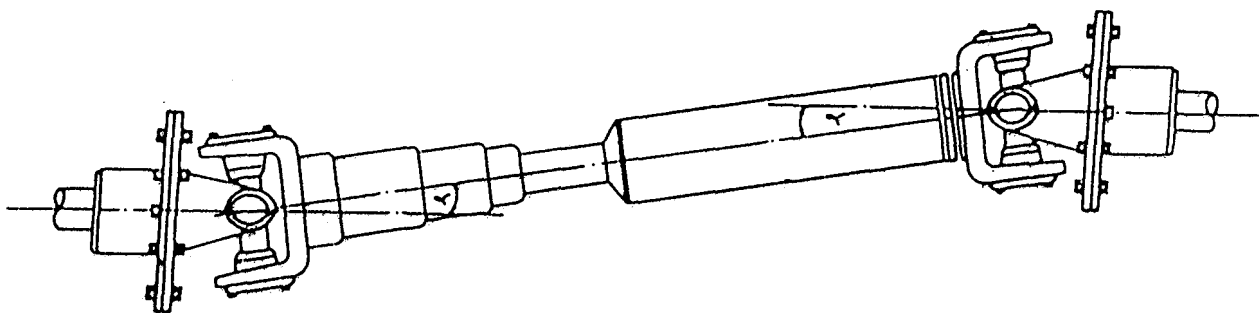


Fig. N° 7 Acoplamiento tipo cardan

Angulos distintos de los indicados tienen como consecuencia una disminucion de la vida util de las juntas universales. Si por algun motivo desarma la junta cardanica, cuide que al ser armado nuevamente, el eje estriado sea ensamblado en su posicion original.

- c) ACOPLAMIENTO POH BANDAS.- Si la bomba ha de acoplarse al motor por medio de bandas, la polea del motor **debe** estar montada al eje del embrayue o en un contraeje y este a la bomba par medio de un acoplamiento flexible y, el alineamiento de las poleas tiene que verificarse por medio de una regla que se pasará a lo largo de las caras de las poleas, operación que conviene ⁴ ejecutar en dos direcciones. En la figura N° 8 se debe observar que las distancias a, **b**, c y d deben

ser iguales.

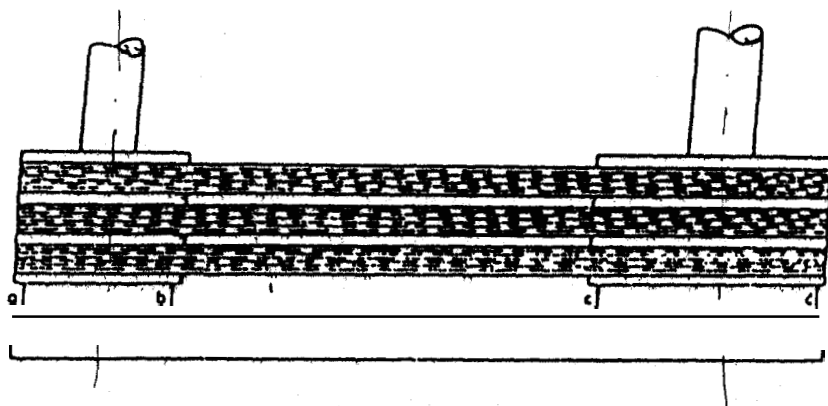


Fig. N° 8 Qcoplamiento por bandas

Las bandas no deben templarse demasiado, solo deben tener la tensión suficiente para evitar el deslitemiento. Es muy importante que las bandas en "V" sea uniformes en su largo y tolerancia, si se usan algunas bandas deben todas ser del mismo fabricante.

Cuando la unidad ha quedado nivelada y alineada con exactitud, los tornillos o pernos de anclaje se deben apretar con suavidad y de modo uniforme antes de aplicar la lechada.

LECHADA.- Por lo general, el chasis base se fija con lechada de concreto antes de hacer las conexiones de la tubería y antes de verificar finalmente la alineación de los dos medios

acoplamientos. El propósito de fijar el chasis con lechada de concreto es evitar el movimiento lateral de ella y aumentar su masa para reducir la vibración, así como suavizar las irregularidades de la cimentación.

La mezcla común para lechadear una base de un equipo de bombeo está compuesta por una parte de cemento puro y dos partes de arena, con suficiente agua para hacer que la mezcla fluya libremente bajo la base. Con el objeto de reducir el asentamiento, es mejor mezclar la lechada y dejarla reposar por un par de horas, volviéndola a mezclar completamente antes de usarla sin agregar más agua.

La parte superior de la cimentación áspera deberá estar bien saturada con agua antes de lechadear. Se construye un molde de madera alrededor del chasis común para retener la lechada, se aplica por todo el espacio debajo del chasis hasta la altura de la cara inferior (figura N° 9).

Cuando la lechada ya está dura (72 horas o más), se debe hacer el apretamiento final de los tornillos o pernos de anclaje y se debe comprobar la alineación de las mitades de acoplamiento.



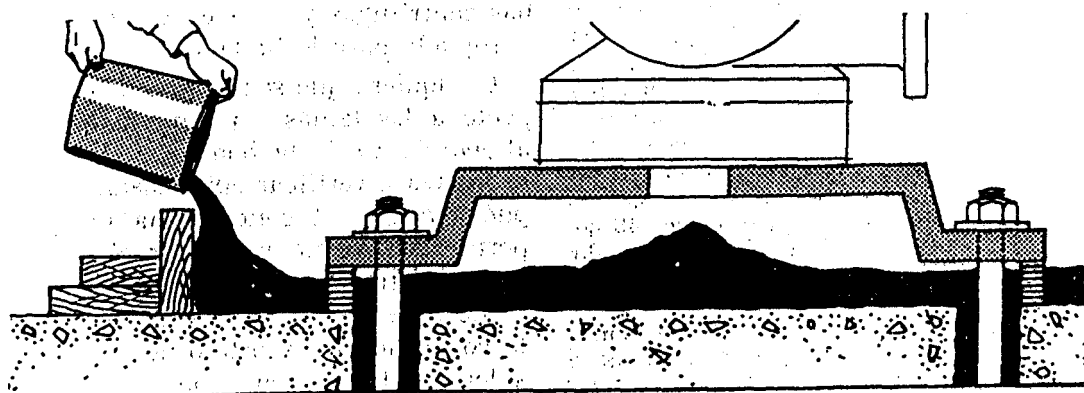


Fig. N° 9 Aplicación de la lechada de cemento

La alineación se debe comprobar después de instalar los tubos de succión y de descarga en la bomba, a fin de verificar el efecto de las deformaciones y esfuerzo de la tubería.

2.3 PROBLEMAS MAS COMUNES LA SELECCIUN E INSTALACION

Para la seleccibn de equipos de bombeos y en especial en las bombas centrifugas, ocurre con frecuencia que el proyectista se conforma con calcular lo más exacto posible, el caudal necesario, la altura dinámica total y la potencia mecánica necesaria para accionar la bomba dentro de su máxima eficiencia.

Resultando de ésta manera que la bomba es seleccionada dándole poca o ninguna importancia a la temperatura y propiedades del líquido que se debe bombear, como también a la ubicación de esta con

respecto al nivel del mar.

Se debe siempre tener en cuenta que las bombas centrifugas esta diseñadas para trabajar con líquidos que por su naturaleza son incompresibles y, estos se deben comportar de ese modo a su paso por la bomba.

Por esta razon, las bombas no pueden funcionar correctamente con fluidos compresibles, tales como son el vapor de agua a los gases; que en caso de presentarse durante la operacibn de bombeo, producen serios trastornos, tanto desde el punto de vista hidrdulico como mecdnico.

CAVITACION EN LAS BOMBAS .- Cuando el agua fluye liquida a través de un tubo a cierta velocidad, tiene al mismo tiempo cierta presion estdtica que puede ser medida con un manometro.

Si se aumenta la velocidad del agua o se reduce la dimensión del tubo, esta presion estdtica disminuira (figura N° 10). Si la velocidad es lo suficientemente alta, la presion estática puede alcanzar un valor tan bajo que el líquido comienza a hervir.



BIBLIOTECA

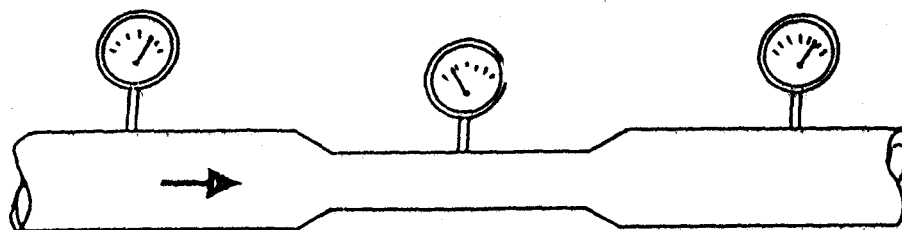


Fig. N° 10 Disminución de Presión Estática a través de una tubería

Este fenómeno es debido a que el punto de ebullición del agua es variable. "Normalmente" el agua hierve a 100 °C, pero esto supone a una presión atmosférica normal, es decir de 760 mm de Hg, O 10.33 m de PA. Esta presión es la que hay normalmente al nivel del mar. En la cima de una alta montaña en la que la presión atmosférica es inferior, la ebullición puede tener lugar ya a los 90 °C. El agua en los tubos se comporta de manera similar. Al reducirse la presión estática aumenta la tendencia a hervir. Lo que ocurre se desprende de la figura N° 11, que muestra la presión de formación de vapor de agua en función de la temperatura y presión atmosférica.

Lo que ocurre con una bomba (figura N° 12) es comparable con la figura 10. Resulta evidente que los canales de la bomba por los cuales ha de pasar el fluido, tienen una superficie menor que la sección

del tubo, de modo que las velocidades del fluido resultan altas.

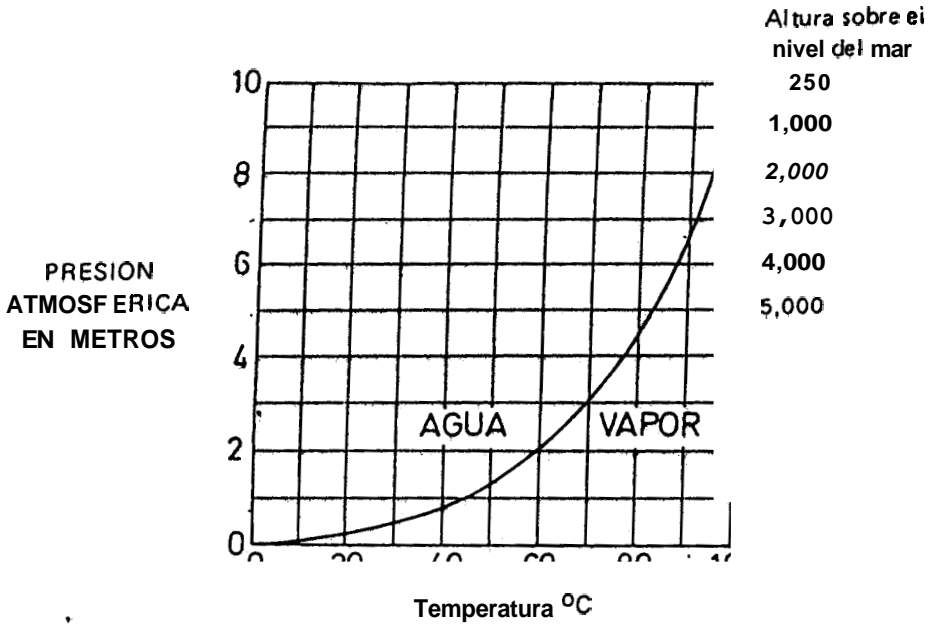


Fig. Nº 11 Formación de vapor de agua en función de la temperatura y presión atmosférica

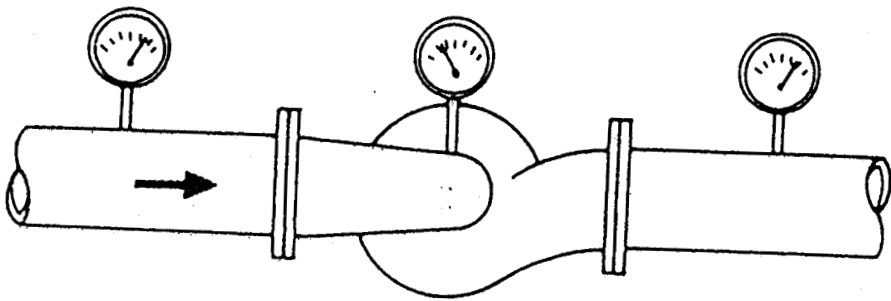


Fig. Nº 12 Comportamiento de la presión de agua a través de una bomba centrífuga

Las secciones más estrechas se encuentran por lo general a la entrada del impulsor y por lo tanto allí se encuentran las presiones más bajas.

Por el razonamiento anterior existe el riesgo de que el fluido se convierta en vapor, posibilidad que aumenta con gran rapidez cuanto más alta sea la temperatura del fluido bombeado, si ocurriera una formación de vapor de esta naturaleza se dice entonces que la bomba cavita.

Las burbujas de vapor que se forman en la entrada del impulsor, cuando tiene lugar la cavitación, sigue, como es natural, con el líquido que fluye a través de la bomba. En el impulsor la presión estática ha tenido que aumentar lo suficiente para que queden eliminadas las condiciones requeridas para la formación de vapor que se había formado anteriormente retornan al estado líquido.

Este retorno de estado se efectúa en forma muy repentina y se llama **IMPLOSION**. Al tener lugar la implosión, se oye un ruido chasqueante, característico y, el efecto repentino de la implosión puede causar daños considerables especialmente en el impulsor producidos por erosión de cavitación.

INFLUENCIA DE LA CAVITACION BAJO EL PUNTO DE VISTA HIDRAULICO.- Es posible que la bomba pierda el cebado y por ello deje de bombear o lo haga en forma discontinua.

La curva QH de la bomba es influenciada con la cavitacion relativamente insignificante. Las "nubes" de vapor que se forman, ocupan espacio en la bomba y bloquean parte del Area del impulsor disminuyendo el flujo.

Estas "nubes" de cavitacion tambien cubren parte de las superficies de los Alabes y, reducen su capacidad para transmitir su energia al liquido.

En el bombeo de liquido con sblidos en suspensibn, el inicio de la cavitacion está relacionado con el momento en que cierta cantidad de liquido se vaporiza en el fluido. La cavitacion no tiene relacion con la densidad o forma de las particulas de sblidos presentes. Algunos sólidos en suspensibn (pulpa de papel), contienen en su interior núcleos de gas o aire, empezando por ésta razbn la cavitacion antes que la presibn llegue a niveles de vaporizacibn.

INFLUENCIA DE LA CAVITACION BAJO EL PUNTO DE VISTA MECANICO.- Se produce vibraciones anormales, calentamiento excesivo del eje con posible deterioro de los sellos o prensa estopas y rozamiento entre las piezas internas causadas por dilatación. Estas fallas de continuar prolongadamente, terminan por malograr la bomba e inclusive el motor, si se atasca el eje.

NPSH.- Es una definición americana que corresponde a Net Positive Suction Head, puede ser definido como la presión estática a que debe ser sometido un líquido, para que pueda fluir por sí mismo a través de las tuberías de succión y llegar finalmente hasta inundar los dientes en el orificio de entrada del impulsor.

El NPSH puede ser DISPONIBLE: que es la presión de que se dispone una vez que se han tenido en cuenta todos los factores (alturas) de una instalación.

El NPSH puede ser REQUERIDO: que es la presión mínima que necesita la bomba para operar con éxito, o sea sin cavitación.

Entonces siempre se debe cumplir:

NPSH DISPONIBLE > NPSH REQUERIDO

Como se mencionó, el NPSH DISPONIBLE depende de la instalacibn, y el NSPH REQUERIDO es el que el fabricante normalmente grafica en las curvas de las bombas.

CALCULO DE NPSH DISPONIBLE.- Todo se hace en altura de líquido bombeado:

$$\text{NPSH DISP} = \text{PRES ATMOSF.} - \text{HES} - \text{HPFS} - \text{HPVL}$$

Donde:

PRES ATMOSF. : 10.33 m (33,8 pies) de agua

HES : altura **estática** en la succión

HPFS : altura por **pérdidas** por friccibn en la succibn

HPVL : altura equivalente a la presidn de vapor del liquido a la temperatura de bombeo

A continuacibn se detalla en forma objetiva como obtener el NPSH DISPONIBLE en una instalacibn (fig. N° 13).

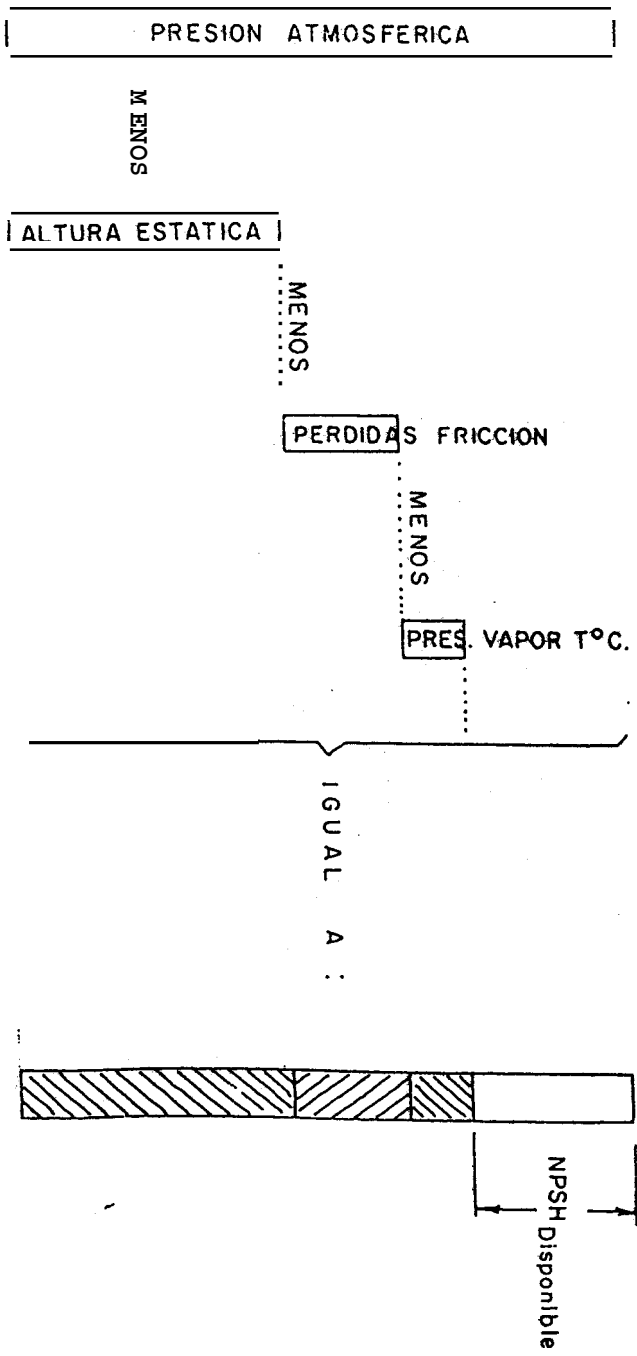


Fig. No 13 NPSH DISPONIBLE

CAPITULO III

CALCULO Y CRITERIO TECNICOS DEL SISTEMFS DE BOMBEO EN CFMFSRONERA

En este capitulo se detallará cálculos y criterios técnicos que se necesita conocer para optimizar la selección de un equipo de bombeo en camaroneras.

En primer lugar se debe conocer cual es el caudal requerido que se necesita bombear y la carga hidráulica total, con estas datos y con la ayuda de la curva característica de la bomba se puede conocer cual es la potencia absorbida, potencia requerida, rpm de la bomba, eficiencia de trabajo de la bomba.

En segundo lugar nos ocuparemos de seleccionar el equipo motriz adecuado para mover la bomba, luego seleccionar el acople que en el presente caso será de poleas y bandas por ser de un uso más común en camaroneras.

Para el presente caso se recoge los datos en las cartillas

para la selección de bombas.

DATOS PARA SELECCION DE BOMBAS

CLIENTE

DIRECCION TELEFONO

TOTAL DE AREAS PISCINAS 100 Ha

PROFUNDIDAD PISCINA (PROMEDIO) 1 m

HORAS DE BOMBEO POR DIA 16 Hr

RENOVACION DIARIA 10 %

H _{EMB} (m)	H _{EMB} (m)	L _B (m)	Diámetro de la tubería (m)
2.10	3.80	6	

Nº CODO 90º	Nº CODO 45º	Nº CODO 30º
----	2	----

H _B (m)	L _D (m)	Diámetro de la tubería (m)
2.7	15	

Nº CODO 90º	Nº CODO 45º	Nº CODO 30º
1	----	----

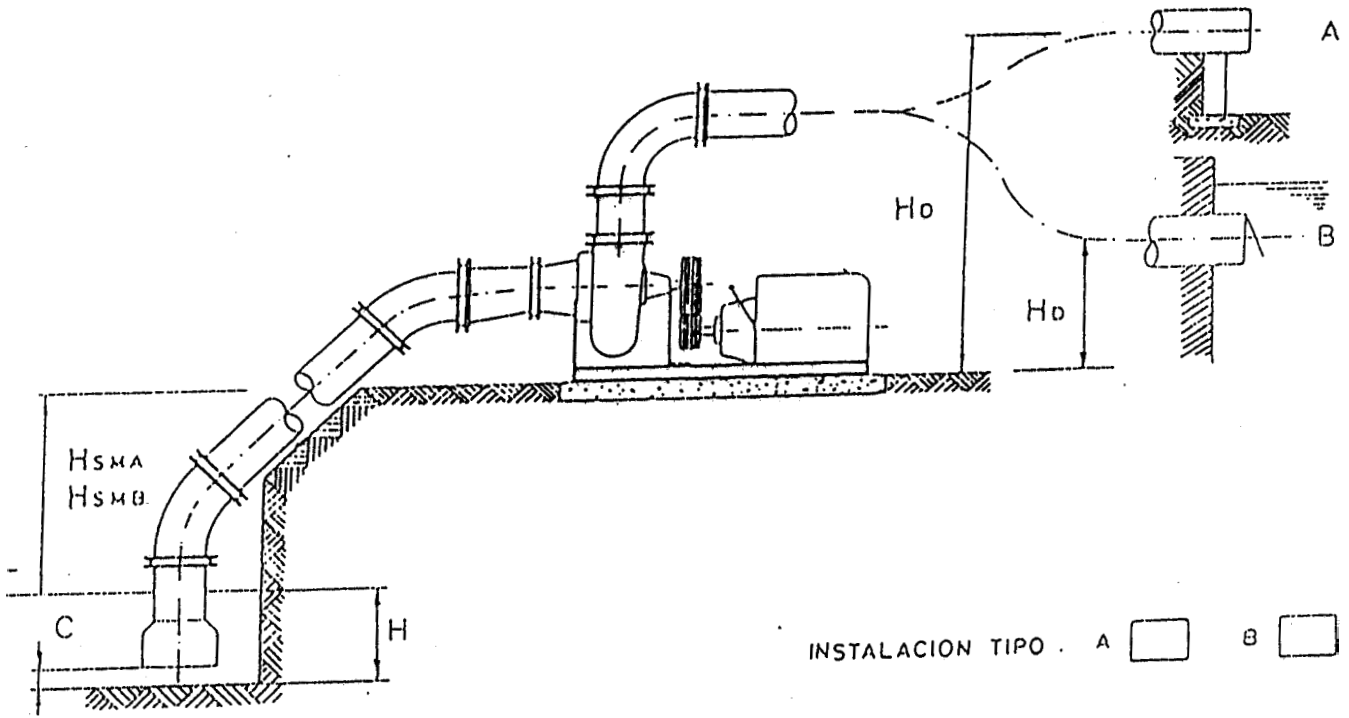


Fig No 1 Equipo de bombeo típico

3.1 CALCULO DEL CAUDAL REQUERIDO DE ACUERDO AL AREA A BOMBLEAR

Conociendo el Area de las piscinas, la profundidad promedio, la reposición diaria y las horas de bombeo se deduce que usando la fórmula No 11, se tiene:

$$Q = 2780 \text{ A} * d * \% / t$$

$$Q = 1158.3 \text{ lt/seg}$$

3.2 CALCULO DE LA ALTURA DINAMICA TOTAL

La altura dinámica total (A.D.T) de un sistema esta compuesta de los siguientes componentes:

- Altura estática en marea baja (AETMA)
- Altura estática en marea alta (AETMB)
- Pérdidas por fricción (H_f)

Altura estática total en marea baja, es la suma de la altura de succión cuando la marea del estero es baja, más la altura de descarga.

$$AETMB = H_{smb} + H_D$$

$$AETMB = 3.8 + 2.7$$

$$AETMB = 6.5 \text{ m}$$

La altura estática total en marea alta, es la suma de la altura de succión cuando la marea del estero es alta, más la altura de descarga:

$$AETMA = H_{sma} + H_D$$

$$\text{AETMA} = 2.10 + 2.7$$

$$\text{AETMA} = 4.8 \text{ m}$$

Pérdidas por fricción.- Para el cálculo de la pérdidas por fricción se debe considerar el esfuerzo necesario para vencer la fricción causada por el flujo de agua a través de la tubería de succión y descarga, incluyendo todos los accesorios.

Pérdidas por fricción en tubería: se la calcula utilizando la fórmula 4:

$$H_{f1} = J * L / 100$$

Pérdida por fricción en accesorios: se utiliza la fórmula 5:

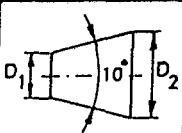
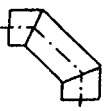




$$H_{f2} = \sum K * V^2 / 2g$$

Tomando en cuenta que los valores J y $V^2/2g$ varían con el caudal en un determinado diámetro de la tubería, que para el presente caso se puede asumir que la tubería es de 28 pulgadas.

La sumatoria K (tabla III), de todos y cada uno de los accesorios presente en este caso, se la calcula de la siguiente manera:

TABLA III

PERDIDAS POR FRICCION EN ACCESORIOS

FACTOR PERDIDAS "K"					
					
Expansión	Codo 90°	Codo 45°	Valvula de Pie	Descarga Sumergida	Descarga Libre
$0.35 \left[\left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2 - 1 \right]^2$	0,376	0,284	0,8	1,0	1,0

Nº CODO 90° * K CODO 90° = 1 * 0.376 = 0.376

Nº CODO 45° * K CODO 45° = 2 * 0.284 = 0.568

Nº CODO 30° * K CODO 30° = ----- = -----

Nº VALVULA DE PIE = 1 * 0.800 = 0.000

K DE EXPANSION = ----- = -----

K DE DESCARGA = 1 = 1.00

$\sum K = 2.744$

Los valores de J y $V^2/2g$ se los puede obtener de la Tabla Nº IV.

TABLA Nº IV

VELOCIDAD Y PERDIDA DE CARGO POR FRICCIÓN EN TUBERIA

TUBERIA (l/s) CAUDAL	12"	16"	20"	24"	28"	32"	36"
	100	0,500 0,098	0,160 0,039	0,053 0,016	0,021 0,008	0,009 0,004	0,004 0,002
250	2,866 0,610	0,906 0,246	0,293 0,099	0,118 0,047	0,053 0,025	0,024 0,013	0,012 0,007
400	7,125 1,570	2,241 0,630	0,720 0,253	0,287 0,121	0,118 0,063	0,061 0,032	0,026 0,018
600	15,73 3,513	4,890 1,416	1,550 0,571	0,615 0,272	0,254 0,142	0,128 0,073	0,061 0,042
800	27,59 6,262	8,574 2,515	2,730 1,014	1,071 0,484	0,437 0,254	0,224 0,130	0,105 0,075
1000	42,91 9,785	13,26 3,920	4,180 1,584	1,640 0,755	0,662 0,396	0,340 0,203	0,159 0,118
1200	61,63 14,08	19,24 5,651	5,980 2,282	2,350 1,094	0,935 0,573	0,480 0,293	0,224 0,170
1500	93,02 21,33	29,67 8,831	9,220 3,560	3,600 1,706	1,440 0,890	0,740 0,457	0,342 0,266

Con estos valores se puede elaborar el siguiente cuadro como resumen para obtener la altura dinámica total en marea baja y alta.

En resumen se puede ver que la altura dinámica total varia en función de la marea del estero y la velocidad del flujo por la tubería, estos datos se los puede graficar en la curva característica de la bomba.

TABLA V
CALCULO DEL SISTEMA

1	AETMA	$(H_{sMA} + H_D) = 4.8$				
2	AETMB	$(H_{sMB} + H_D) = 6.5$				
	CAUDAL	600	800	1000	1200	1500
	$V^2/2g$	0.142	0.254	0.396	0.573	0.892
	J (%)	0.254	0.437	0.662	0.935	1.4411
3	$K V^2/2g$	0.391	0.71	0.96	1.57	2.4
4	$J * L/100$	0.05	0.09	0.14	0.21	0.30
1 + 3 + 4 ADTMA		5.24	5.6	5.9	6.6	7.5
2 + 3 + 4 ADTMB		6.94	7.3	7.6	8.4	9.2

Para efecto de determinar con exactitud la capacidad necesaria para bombear el caudal predeterminado, se debe tomar en cuenta la altura más crítica, es decir, la altura dinámica en marea baja (ADT_{mb}). Polarizando en el cuadro anterior se obtiene:

$$ADTMB_{critico} = 8.3 \text{ m}$$

3.3 SELECCION DE BOMBAS PARA CAMARONERAS

Con los resultados obtenidos en el cuadro 5 se puede graficar el comportamiento de la bomba en marea alta y marea baja.

De acuerdo al valor obtenido en caudal y la altura dinbmica total en marea baja (por ser valor crítico) se determina que la bomba a una mejor eficiencia es la bomba M2BDA (Anexo B), de donde:

$$AETMB = 8.3 \text{ m}$$

$$Q = 1158 \text{ lt/seg}$$

$$RPM_B = 550$$

$$\eta = 78 \%$$

3.4 SELECCION DEL EQUIPO MOTRIZ

El trabajo útil hecho por una bomba es el paso de líquido bombeado en un período de tiempo multiplicado por la carga desarrollada por la bomba, puede determinarse por la relacion:

$$HP_1 = \frac{Q * ADTMB}{4560} \quad (\text{fórmula 13})$$

$$HP_1 = \frac{1158 * 8.3 * 60}{4560}$$

$$HP_1 = 126.5 \text{ HP}$$

De la curva característica se puede determinar la eficiencia (η) que trabaja la bomba siendo ésta:

$$= 0.78$$

Entonces la potencia que debe tener el motor se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$HP_2 = \frac{HP_1}{\eta} \quad (\text{fórmula 14})$$

$$HP_2 = \frac{126.5}{0.78}$$

$$HP_2 = 162 \text{ HP}$$

3.5 SELECCION Y CALCULO DE COPLAMIENTO

Para el presente caso y por ser común el uso de bandas y poleas como acople entre motor y bomba, se hará un detalle minucioso del cálculo para seleccionar la polea y bandas que se usarin en el mismo.

Los datos que se deben tomar en cuenta para realizar un cálculo de polea son los siguientes:

- Potencia de diseño del motor (HP_2) = 162 HP

- Revoluciones continua del motor= 1800 rpm
- Horas de funcionamiento = 16
- N_o de arranques = 2 diarias
- Condiciones ambientales = temperatura, polvo
humedad: normales
- Revoluciones de la bomba = 550 rpm (curva
caracteristica)

METODO DE CALCULO

A.- Factor de Servicio.- Se determina en función de las horas de trabajo diarias y del tipo de máquina motriz y máquina accionada (Anexo C)

donde :

$$C_2 = 1.3$$

B.- Potencia Corregida.- P_C

$$P_C = HP_2 * C_2$$

$$P_C = 162 * 1.3$$

$$P_C = 210.6 \text{ HP}$$

C.- Selección del perfil de banda.- La selección del

perfil de la banda se la obtiene en funcibn de la potencia corregida P_c y las revoluciones de la polea pequeña. Del Anexo D, se asume en primera instancia que la banda de perfil 22C es la mds adecuada.

D.- Relacibn de Transmisibn .- La relación de transmisión entre el motor y la bomba estd en funcibn de la velocidad y los didmetros de la polea, del motor y bomba.

$$r = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1}$$

Donde :

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{1800}{550}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = 3,27$$

Con la relacibn $r = 3,27$, en las tablas de bandas seccibn C-22 (Anexo E):

$$d_1 = 280 \text{ mm}$$

$$d_2 = 914 \text{ mm}$$

Para el caso de $d_2 = 914$, en el mercado no es posible encontrarlo por lo que se escoge $d_2 = 900$ mm, donde la relación de polea efectiva será:

$$r = \frac{d_2}{d_1} = \frac{900}{280}$$

$$r = 3,21$$

E.- Distancia entre ejes (e).- Como la distancia entre ejes no esta establecido, por exigencia de la instalacibn, puede ser determinado con el siguiente criterio:

$$e > \frac{(r + 1) * d_1}{2} \quad \text{para } 1 < r < 3$$

b

$$e \geq d_1 \quad \text{para } r \geq 3$$

Para el presente caso:

$$e \geq 900 \text{ mm}$$

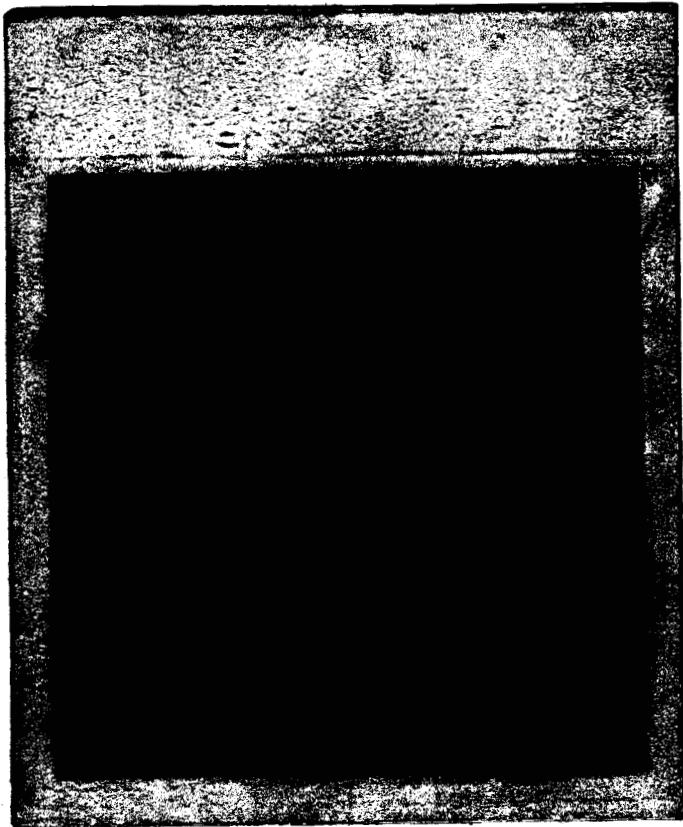
F.- Longitud Primitiva de la banda.- Se determina la

93 (2)



BIBLIOTEC

Desgaste en impulsores por cavitación y abrasión



longitud primitiva teórica L con:

$$L = 2e + 1.57(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4e} \quad (\text{fórmula 15})$$

$$L = 3759.4 \text{ mm (148 pulgadas)}$$

Del Anexo E, se elige la longitud primitiva de la banda $L' = C150$, mds aproximada al valor L calculado.

Si $L' \neq L$, se variará la distancia entre ejes (e) disminuyendo o aumentando la mitad de la diferencia $L - L'$.

La distancia e_1 será:

$$e_1 = e \pm \frac{(L - L')}{2}$$

$$e_1 = 925.3 \text{ mm}$$

G.- Potencia transmisible por banda.- (HP_B) Del Anexo E y con los datos $n_1 = 1800 \text{ rpm}$, $n_2 = 550 \text{ rpm}$, se obtiene:

$$HP_B = 26.14$$

H.- Arco de Contacto C_1 y, factor de corrección de longitud C_3 combinados.

Del Anexo E, y con los datos $r = 3.27$, tipo de banda = C150, se obtiene:

$$C_1 * C_3 = 0.96$$

I.- Número de Bandas.- (N°_B)

Con la relación:

$$N^{\circ}_B = \frac{HP_2 * C_2}{HP_B (C_1 * C_3)}$$

$$N^{\circ}_B = 8$$

**RESUMEN DE LOS VALORES CALCULADOS NECESARIOS PARA UN
CORRECTO PROYECTO DE TRANSMISION.**

**Se han reducido en la tabla VI; que se aconseja
confeccionar cada vez que se proyecta con
acoplamiento por bandas y poleas.**

TABLA VI

RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL CALCULO

TIPO DE BANDA	C150
N_o DE BANDA	8
DIAMETRO POLEA MOTOR	280 mm
DIAMETRO POLEA BOMBA	900 mm
DISTANCIA ENTRE EJES	925 mm

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a lo expuesto en este informe, se debe concluir lo siguiente:

- I.- La selección de un equipo de bombeo está en función de las horas de bombeo, la altura dinámica total, el área que va ha regar.
- II.- Que el acoplamiento más común y de menor costo, es la que se realiza a través de banda y polea.
- III.-Que el éxito de un equipo de bombeo depende de un proveedor que está plenamente identificado con el producto que vende y una adecuada infraestructura de servicio y repuesto.

Se recomienda realizar mantenimiento preventivo a la bomba y rotor ya que dste tipo de control permite cuantificar el desgaste que sufre el equipo y determinar de ésta manera si se esta realizando un adecuado control.

Es importante verificar que el operador está realizando bien su trabajo, solicitando al proveedor de los equipos que den charlas técnicas a los operadores, sólo de ésta manera se puede asegurar un buen rendimiento del equipo.

Realizar análisis periódicos de los aceites y combustible, puesto que de ésta manera se permite prolongar el periodo de cambio de los filtros y aceites, siempre que los análisis lo permitan.

Las bombas centrifugas de flujo mixto demuestran que pueden rendir satisfactoriamente, siempre que se realicen las instalaciones y acoples adecuados.

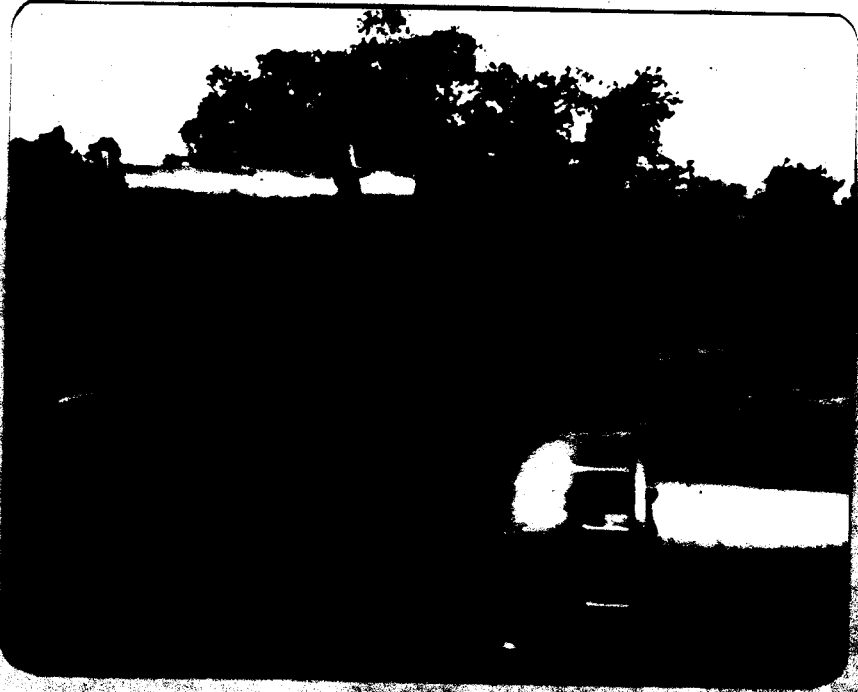
A P E N D I C E



Tuberías y accesorios



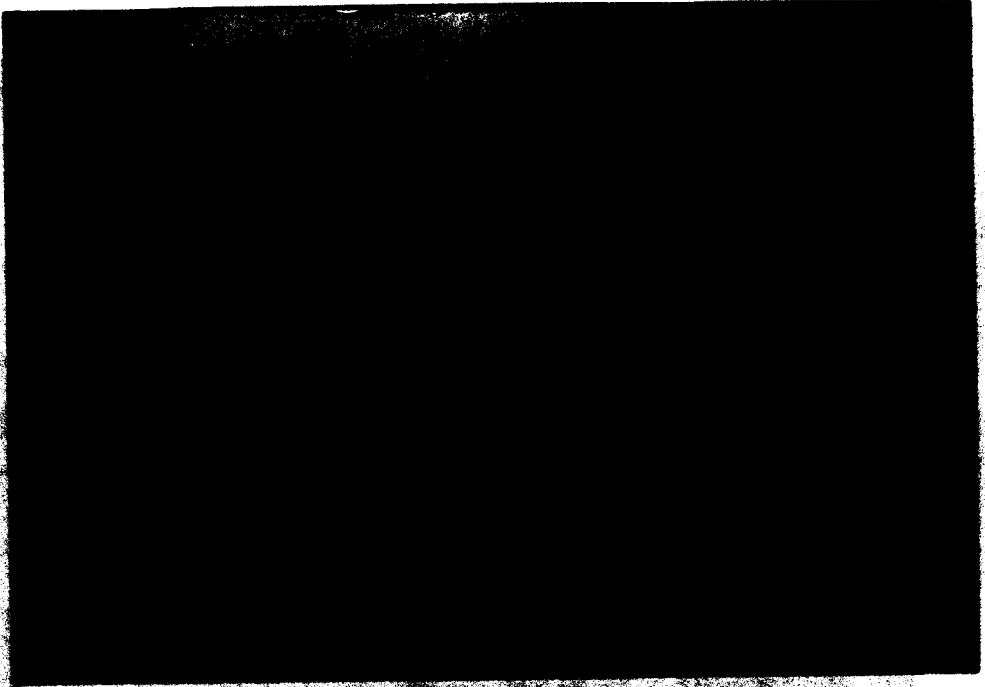
938



Reductor en la descarga



Pérdidas de fricción por accesorios



Acople tipo cardánico



Acople banda-polea

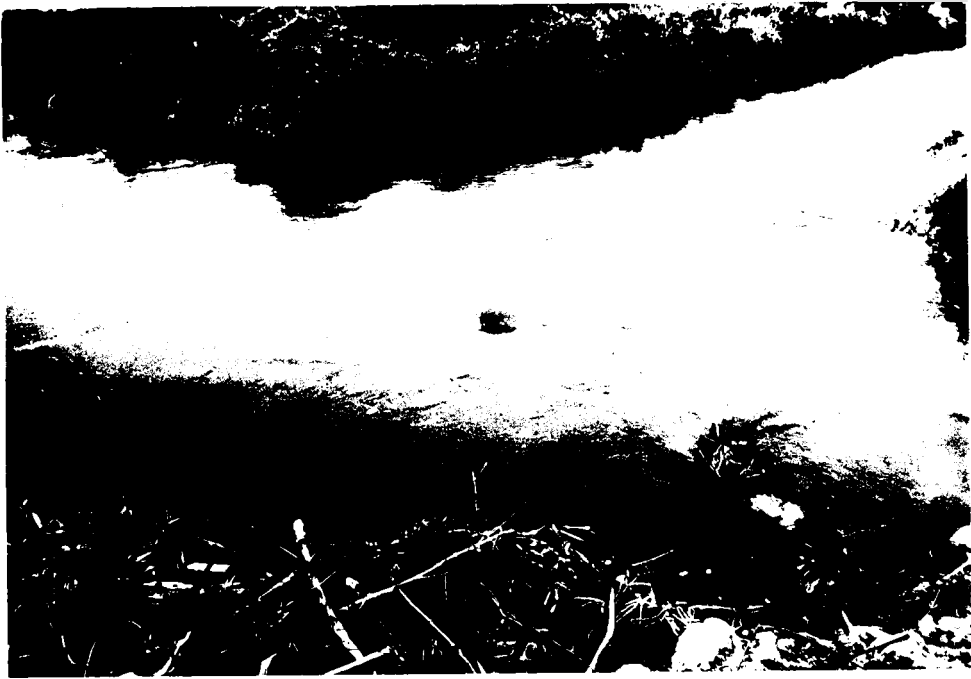


Figure 10. The dammed flow of the river in the upstream of the dam.



Figure 11. The dammed flow of the river in the upstream of the dam.

A N E X O A

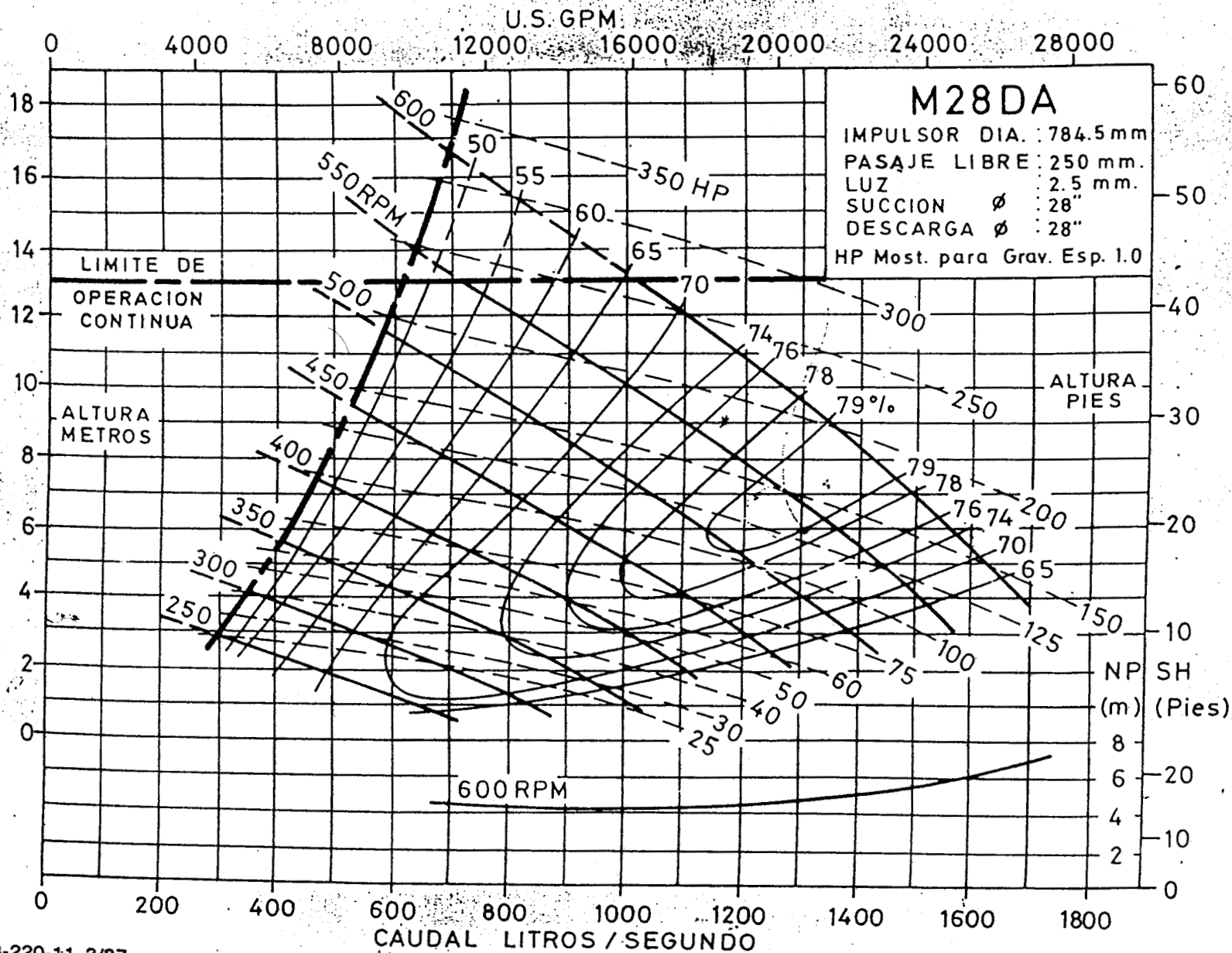
**ESTRUCTURA DE COSTOS PROMEDIOS DE LAS CAMARONERAS USADAS
COMO BASE PARA EL INDICE DE COSTOS DE LA INDUSTRIA DEL
CAMARON (IGIC)**

COSTOS VARIABLES	128 millones	57 %
Semilla	21 millones	9
Balanceado	37 millones	17
Urea	11 millones	5
Mano	12 millones	5
Combustibles	23 millones	10
Materiales de Empaque y Procesamiento	21 millones	9
Servicio de Comedor	3 millones	2
COSTOS FIJOS	98 millones	43 %
Mantenimiento de Equipos	26 millones	12
Servicios Generales	15 millones	7
Gastos Administrativos	28 millones	12
Depreciación y Amortización	23 millones	10
Gastos Financieros	5 millones	2
TOTAL	226 millones	100 %

FUENTE: Encuesta entre productores.

ELABORACIÓN: Cámara de Productores del Camarón

A N E X O B



A N E X O C

Factor de servicio c_2

El factor de servicio c_2 se determina en función de las horas de trabajo diarias y del tipo de máquina motriz y máquina accionada.

Existen casos particulares, tales como rodillos tensores, condiciones ambientales extremas, etc., que no están previstos en este catálogo. Como es prácticamente imposible reflejar todas las combinaciones posibles de máquinas motrices y accionadas, los valores de c_2 deben ser considerados como orientativos.

Cuando el par de arranque es muy elevado (arranque de ventiladores en directo, máquinas de inercia elevada, elevado número de arranques e inversiones de marcha bruscas, etc.), es necesario aumentar el factor de servicio c_2 .

Para mayor seguridad, sirvanse consultar a nuestro departamento técnico.

<p>MAQUINARIAS HERRIQUES C. A. C. SILLA 4361 Km. 6¹/₂ VIA DAULE TELEF. 354072-204 354300-415</p>	Ejemplar de máquinas motrices.					
	<p>Molinos de corriente alterna, trifásicos, de par de arranque normal (hasta 1,8 veces el par nominal): De jaula de ardilla, Sincronos y monofásicos con dispositivos de arranque. Polifásicos (arranque estrella, triángulo). Trifásicos (con arranque directo). Conexión estrella, triángulo o anillos rozantes. Molinos de corriente continua. Arrollamiento en shunt. Motores de combustión interna (diesel y gasolina) y Turbinas n mayor que 600 r.p.m.</p>			<p>Molinos de corriente alterna trifásicos de alto par de arranque (mayor de 1,8 veces el nominal): Motores monofásicos de alto par de arranque. Motores de corriente continua con arrollamientos en serie y compound. Motores de combustión interna (diesel y gasolina) y Turbinas con hasta 600 r.p.m.</p>		
	Factor de servicio.			Factor de servicio.		
Ejemplos de máquinas accionadas.	en función de las horas hasta 10	de 10 a 16	de 16 horas de servicio desde 16	en función de las horas hasta 10	de 10 a 16	de 16 horas de servicio desde 16
<p>Cargar ligeras. Bombas centrífugas. Compresores centrífugas. Cintas transportadoras (Cargas ligeras). Ventiladores y bombas hasta 7,5 kW</p>	1,1	1,1		1,1	1,2	1,3
<p>Cargar medias. Cirillas, prensas. Transportadoras por cadenas y cintas transportadoras (cargas pesadas). Cribas vibratorias. Generadores. Mercladoras. amasadoras. Máquinas herramientas, (tornos, rectificadoras), Lavadoras. Maquinaria de artes gráficas. Ventiladores y bombas de más de 75 Kw.</p>	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<p>Cargar fuertes. Compresores de pistones. Transportadores inclinados, verticales y de impulsos. transportadores de piascas articuladas. elevadores de cangilonas. y otros. Montacargas. Prensas de ladrillos. Maquinaria textil. Máquinas para la fabricación de papel. Bombas de émbolo, bombas para dragas. Sierras alternativas. Molinos de martillos.</p>	1,2	1,3		1,4	1,5	1,6
<p>Cargar muy fuertes. Molinos sometidos a grandes cargas (barras y bolas), Machacadoras (de mandíbulas, giratorias, de rodillos, etc.). Calandras. Mercladoras. Cabrestantes. Grúas. Dragas. Maquinaria para la madera.</p>	1,3	1,4		1,5	1,6	1,8

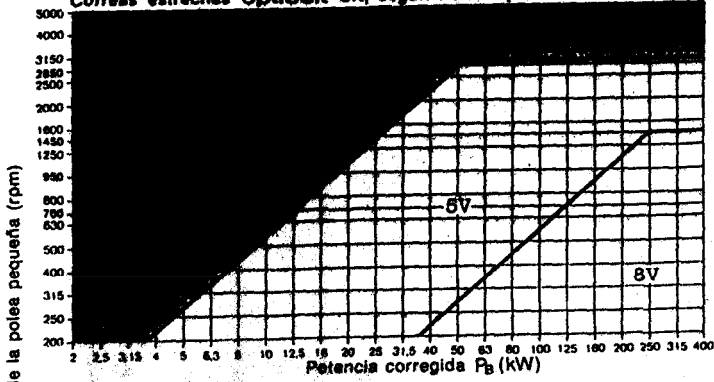
A N E X O D

optibelt

Selección del tipo de perfil

En función de la potencia de cálculo (kW) y del número de revoluciones de la polea pequeña.

Correas estrechas optibelt-SK, según norma USA Standard RMA/MTPA.



Importante.

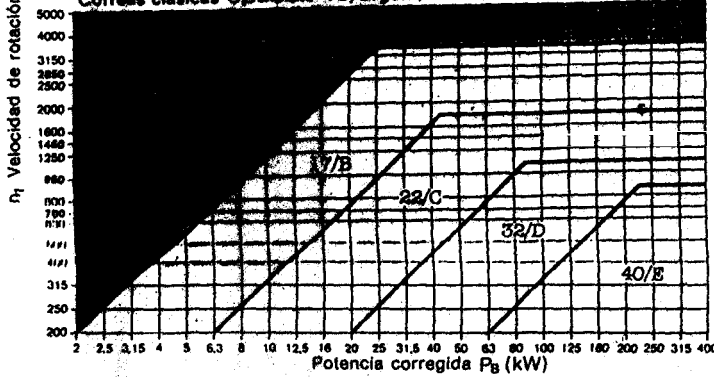
La potencia P_{β} del eje de abscisas es la potencia corregida.

$$P_{\beta} = C_2 \cdot P \text{ (kW)}$$

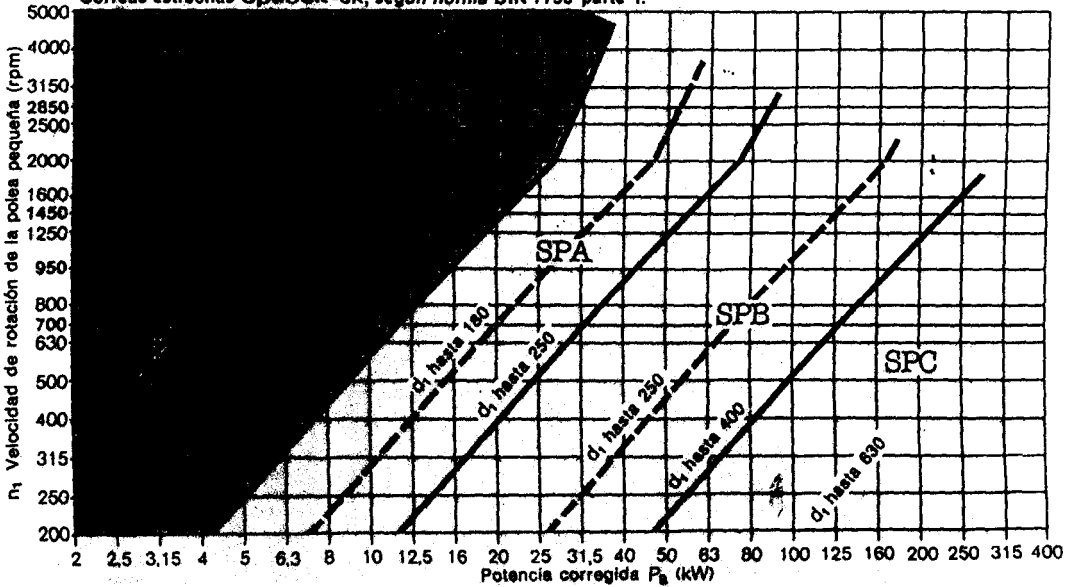
Nota.

Cuando el punto definido por la potencia corregida P_{β} y la velocidad de rotación del eje más rápido n_1 , se encuentra cerca de la zona divisoria de dos perfiles, es conveniente considerar las dos posibilidades y elegir la más conveniente.

Correas clásicas optibelt-VB, según norma DIN 2215.



Correas estrechas optibelt-SK, según norma DIN 7753 parte 1.



A N E X O E

(

2

Cross Section C/22C

optibelt-VB Classical Section V-Belts and optibelt-KB Kraftbands

Table 9.5

Speed Ratio r	Effective Pitch Diameter		Driven Speeds and HP per Belt at Service Factor 1.0 (including allowance for Speed Ratio)						Belt No. and Center Distance (Inches) Multiply HP per Belt by combined Arc of Contact and Length Correction Factor (c ₁ and c ₂ combined) shown below Center Distance selected														
	Small Sheave d _p (inches)	Large Sheave D _p (inches)	Motor Speed						C80	C68	C72	C75	C81	C85	C90	C96	C97	C100	C105	C108	C112	C115	
			870 Driven RPM	HP per Belt	1180 Driven RPM	HP per Belt	1750 Driven RPM	HP per Belt															
2.82	8.50	24.00	308	11.55	411	14.24	520	18.21	-	-	-	-	-	19.4	22.6	23.1	24.7	27.3	28.9	31.0	32.5		
2.86	7.00	20.00	304	8.05	406	9.88	511	12.58	-	-	16.5	19.7	21.8	24.4	27.5	28.0	29.5	32.1	33.6	35.7	37.2		
2.86	10.50	30.00	304	16.02	405	19.71	511	24.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23.6	25.3		
3W	8.00	24.00	290	10.40	388	12.81	583	16.40	-	-	-	-	-	19.7	22.9	23.5	25.1	27.7	29.2	31.3	32.9		
3.00	10.00	30.00	290	14.93	388	18.38	583	23.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.0	25.6		
3.00	12.00	36.00	290	19.22	388	23.61	583	28.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3.14	14.00	44.00	277	23.28	389	28.17	557	32.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3.18	9.50	30.00	275	13.82	387	17.03	553	21.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.3	25.9		
3.20	7.50	24.00	271	9.23	382	11.35	549	14.52	-	-	-	-	-	20.0	23.3	23.8	25.4	28.0	29.6	31.6	33.2		
3.27	11.00	38.00	286	17.10	386	21.90	535	26.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3.33	9.00	30.00	261	12.88	348	15.85	525	19.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.6	26.2		
3.38	13.00	44.00	257	21.28	348	25.90	517	31.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3.43	7.00	24.00	253	8.08	338	9.88	510	12.58	-	-	-	-	17.6	20.3	23.6	24.1	25.7	28.3	29.9	32.0	33.5		
3.43	10.50	38.00	253	16.02	338	19.71	510	24.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3.63	8.50	30.00	246	11.55	338	14.24	495	18.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.9	26.6		
Arc of Contact and Length Correction Factor (c ₁ and c ₂ combined)									-	-	-	0.75	0.79	0.80	0.82	0.83	0.85	0.85	0.86	0.87	0.88	0.88	
3.80	10.00	36.00	241	14.85	338	18.38	486	23.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3.87	12.00	44.00	237	19.22	338	23.61	478	28.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
3.75	8.00	30.00	232	10.40	339	12.81	486	16.40	-	-	-	-	-	-	-	-	21.3	23.0	25.2	26.9	-		
L78	9.50	36.00	229	13.82	339	17.03	481	21.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.00	7.50	30.00	217	9.23	288	11.35	437	14.52	-	-	-	-	-	-	-	-	21.6	23.3	25.5	27.2	-		
4.00	9.00	36.00	217	12.88	288	15.85	437	19.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.00	11.00	44.00	217	17.10	288	21.90	437	26.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.19	10.50	44.00	207	16.02	288	19.71	417	24.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.24	8.50	36.00	205	11.55	288	14.24	412	18.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.29	7.00	30.00	202	8.05	288	9.88	407	12.58	-	-	-	-	-	-	-	-	21.9	23.6	25.8	27.5	-		
4.40	10.00	44.00	197	14.85	288	18.38	397	23.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.50	8.00	36.00	193	10.40	288	12.81	388	16.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.63	9.50	44.00	187	13.82	288	17.03	377	21.81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.80	7.50	36.00	181	9.23	243	11.35	364	14.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
4.89	9.00	44.00	177	12.88	243	15.85	357	19.95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Arc of Contact and Length Correction Factor (c ₁ and c ₂ combined)									-	-	-	-	-	-	-	-	0.75	0.78	0.80	0.82	-		
5.14	7.00	36.00	169	8.05	188	9.88	340	12.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5.18	8.50	44.00	167	11.55	188	14.24	337	18.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5.50	8.00	44.00	158	10.40	238	12.81	318	16.40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
5.87	7.50	44.00	148	9.23	187	11.35	298	14.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
6.29	7.00	44.00	138	8.05	188	9.88	278	12.58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Arc of Contact and Length Correction Factor (c ₁ and c ₂ combined)									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

cross Section C/22C optibelt-VB Classical Section V-Belts and optibelt-KB Kraftbands

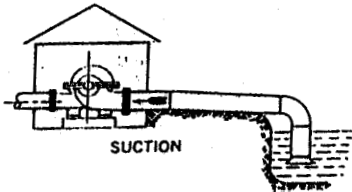
Table 9.6

Belt No. and Center Distance (inches)																			
Multiply HP Per Belt by combined Arc of Contact and Length Correction Factor (c ₁ and c ₂ combined) shown below Center Distance selected																			
C120	C128	C136	C144	C150	C158	C162	C170	C180	C195	C210	C225	C240	C270	C285	C300	C330	C360	C390	C420
35.1	39.2	432	47.3	50.3	54.4	56.4	62.0	65.5	73.0	80.6	87.1	94.6	109.7	117.2	124.7	139.7	154.7	189.8	184.1
39.7	43.8	47.8	51.8	54.9	58.9	60.9	66.4	70.0	77.5	85.0	91.5	99.0	114.1	121.6	129.1	144.1	159.1	174.1	189.1
28.0	32.2	36.3	40.5	43.6	47.7	49.7	55.3	58.8	66.3	73.8	80.3	87.8	102.9	110.4	117.9	132.9	147.9	162.9	177.9
35.4	39.5	43.6	47.7	50.7	54.7	56.7	62.3	65.8	73.3	80.8	87.3	94.8	110.0	117.5	125.0	140.0	155.0	170.0	185.0
28.3	32.5	36.7	40.8	43.9	48.0	50.0	55.6	59.2	66.7	74.2	80.7	88.2	103.3	110.8	118.3	133.3	148.3	163.3	178.3
-	-	-	33.6	36.8	41.0	43.1	48.8	52.4	60.1	67.7	74.3	81.9	97.0	104.8	112.1	127.2	142.3	157.3	172.3
28.6	32.8	37.0	41.2	44.3	48.4	50.4	56.0	59.6	67.2	74.7	81.3	88.9	103.9	111.5	119.0	134.1	149.1	164.1	179.1
35.8	39.9	43.9	48.0	51.1	55.1	57.1	62.7	66.2	73.8	81.3	87.8	95.4	110.4	117.9	125.5	140.5	155.5	170.5	185.5
-	25.5	29.9	34.3	37.5	41.7	43.8	49.5	53.1	60.8	68.4	75.0	82.6	97.8	105.3	112.9	127.9	143.0	158.1	173.1
28.9	33.2	37.4	41.5	44.8	48.7	50.7	56.4	59.9	67.5	75.1	81.7	89.2	104.3	111.8	119.4	134.4	149.5	164.5	179.5
-	-	-	-	-	31.9	34.2	40.2	44.0	51.9	59.7	66.4	74.1	89.4	97.0	104.6	119.7	134.8	149.9	165.0
36.1	40.2	44.3	48.4	51.4	55.5	57.5	63.0	66.6	74.1	81.7	88.2	95.7	110.8	118.3	125.8	140.9	155.9	170.9	185.9
-	25.8	30.3	34.6	37.6	42.0	44.1	49.6	53.4	61.1	68.8	75.4	83.0	98.1	105.7	113.2	128.3	143.4	158.4	173.4
29.3	33.5	37.7	41.8	44.9	49.0	51.1	56.7	60.3	67.9	75.5	82.0	89.6	104.7	112.2	119.7	134.8	149.8	164.9	179.9
0.89	0.91	0.92	0.93	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	1.01	1.03	1.04	1.06	1.09	1.11	1.12	1.15	1.17	1.18	1.21



centrifugal pumps instructions for installation, operation and maintenance

RECOMMENDED



NOT RECOMMENDED

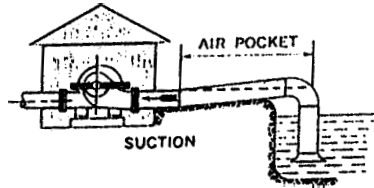


Fig. 94 SUCTION PIPE DESIGN

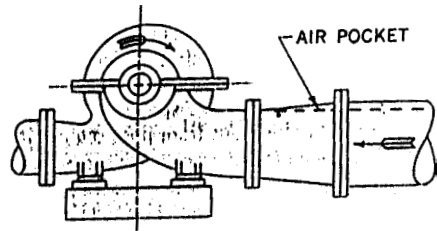
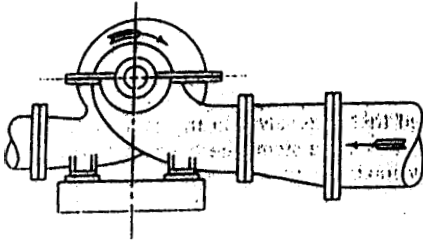
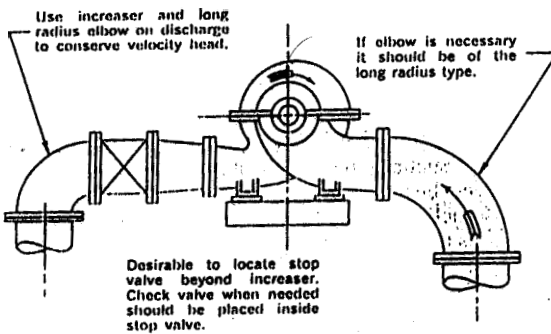


Fig. 95 REDUCER AT PUMP SUCTION



Discharge piping and suction piping should be supported close to the pump flange to prevent vibration and strain on pump casing.

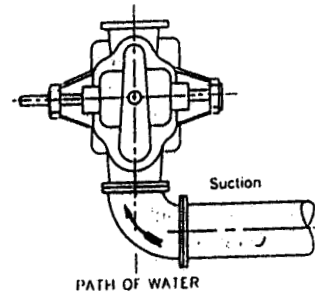


Fig. 96 SUCTION ELBOW ON DOUBLE SUCTION PUMP

BIBLIOGRAFIA

- 1.- HYDRFIULIC INSTITUTE STANDARS, 14 th Edition, 1983
- 2.- KARASSIK Krutzch, Manual de Bombas, Mc Graw Hill
- 3.- KARASSIK - CARTER, Bombas Centrifugas, Editorial
CECSA
- 4.- HIDROSTAL, Manual de Información Técnica.
- 5.- LIBRO BLANCO DEL CAMARON, Ecuagraf, 1989
- 6.- OPTIBELT V - BELTS, **Stock** Drive Selection, **Optibelt**
- 7.- GOMEZ IGNACIO C Ltda, Industria Construcción y Riego.