

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO
DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGENCIAS
BANCARIAS”**

**INFORME DE INGENIERIA PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

MIGUEL ANGEL QUINTANILLA QUISPE

PROMOCION 86-1

LIMA - PERU

2002

*A la memoria de mi Padre,
a mi Sra madre María*

INDICE

Página

PROLOGO

CAPITULO I:

INTRODUCCION

1.1	Objetivos	5
1.2	Descripción de las actividades realizadas.	5

CAPITULO II:

EL USO DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS

2.1	Clasificación	6
	2.1.1 Bombas de flujo radial	7
	2.1.2 Bombas de flujo mixto	7
	2.1.3 Bombas de flujo axial	7
2.2	Tipos y características de las bombas centrífugas	7
	2.2.1 De acuerdo con la forma y disposición de los impulsores.	8
	2.2.2 De acuerdo con la forma y clase del cuerpo o carcasa	8
	2.2.3 De acuerdo con la forma de difusores	8
	2.2.4 Característica de las bombas modernas.	12
2.3	Razones que justifican el mayor uso de las bombas centrífugas	13
	2.3.1 Razones técnicas	13
	2.3.2 Razones económicas	13
2.4	Parámetros y ecuaciones fundamentales de las bombas centrífugas	15
	2.4.1 Presión	15
	2.4.2 Altura de carga	16

2.4.3	Altura de carga de posición	16
2.4.4	Altura de velocidad	17
2.4.5	Altura de carga de estática total	17
2.4.6	Altura manométrica.	18
2.4.7	Altura efectiva de la bomba	19
2.4.8	Potencia útil(P_u)	20
2.4.9	Rendimiento total	21
2.4.10	Cavitación en bombas	21
2.5	Curvas características de una bomba centrífuga y su punto de operación	25
2.5.1	Operación de bombas	27
2.5.1.1	Regulación del caudal con válvula	28
2.5.1.2	Descarga en paralelo	28
2.5.1.3	Bombas en paralelo	31
2.5.1.4	Bombas en serie	33
2.5.1.5	Variación en las RPM	34
2.5.1.6	Curvas de igual eficiencia	34
2.5.1.7	Leyes de semejanza	36
2.5.1.8	Regulación del caudal. Método analítico	38
2.5.1.9	Campo de funcionamiento inestable	39
2.5.2	Punto óptimo de funcionamiento de la bomba	40
2.5.3	Determinación de la curva del sistema	43
2.5.4	Indice de símbolos usados	47
2.6	Criterio básico para la selección de una bomba centrífuga	51
2.6.1	Datos requeridos	51
2.6.2	Gráficos de selección.	52
2.6.3	Material de las bombas	54
2.6.4	Catálogos específicos	54
2.6.5	Selección de una bomba centrífuga	54
2.6.6	Evaluación económica	55

CAPITULO III:**DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO**

3.1	Equipos que posee la oficina central Lima	57
3.1.1	Para el sistema de agua potable	57
3.1.2	Para el sistema de aguas servidas	58
3.2	Características técnicas de los equipos	58
3.2.1	Electrobomba-Tanque elevado	58
3.2.2	Equipo Hidroneumático	60
3.2.3	Equipo contra incendio	62
3.2.4	Equipo para pozo séptico	64
3.3	Evaluación de los equipos de bombeo	67
3.4	Descripción del servicio de mantenimiento	70
3.4.1	Mantenimiento correctivo por reemplazo	70
3.4.2	Mantenimiento correctivo	71
3.4.3	Mantenimiento preventivo	72

CAPITULO IV:**MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO**

4.1	Diagnóstico del sistema de bombeo	75
4.2	Fallas, causas y su corrección	81
4.3	Banco de pruebas	86
4.3.1	Metodología de la prueba	87
4.3.2	Banco de pruebas del taller	90
4.3.3	Evaluación de datos de las electrobombas y bombas probadas a las cuales se realizó el mantenimiento correctivo	93
4.3.4	Pruebas realizadas en el banco de pruebas	95

CAPITULO V:**COSTOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL SISTEMA**

5.1	Costo pactado del mantenimiento preventivo	98
5.2	Costos adicionales preliminares	100
5.3	Costos adicionales	104
5.4	Costo total	108
5.5	Evolución trimestral del costo total por agencia	111
5.6	Evolución del costo total trimestral del mantenimiento	117
	OBSERVACIONES	119
	CONCLUSIONES	121
	BIBLIOGRAFIA	122
	ANEXOS	123

PROLOGO

El presente informe técnico trata sobre los trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de bombeo de las distintas agencias de una entidad bancaria, en la localidad de Lima.

El informe consta de la introducción, en la cual se plantea los objetivos a cumplir así como la definición del mantenimiento y otros conceptos propios de la Ingeniería de Mantenimiento.

En el segundo capítulo se trata brevemente sobre el uso y el por qué de las bombas centrífugas. Los principales tipos y características de estas bombas y además se da información suficiente para seleccionar una bomba centrífuga para un caso determinado.

En el tercer capítulo se realiza la descripción técnica de los equipos de bombeo, seguida de la evaluación de los mismos; mencionando el servicio de mantenimiento que se presta a la entidad bancaria; y se trata los

diferentes tipos de mantenimiento, haciendo incidencia en lo que es: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

El cuarto capítulo, viene a ser la parte principal de este informe, ya que es aquí, donde se ven los parámetros y criterios generales para la realización del mantenimiento de las bombas centrífugas; las cuales después de una inspección técnica, y si el caso lo amerita, se usará el banco de pruebas, para así poder diagnosticar y fundamentar las fallas de operación y sus causas; y proceder a su respectiva corrección o reparación.

Se culmina el informe con la evolución trimestral de los costos del mantenimiento preventivo y correctivo de las distintas agencias, y la evolución del costo total del mantenimiento que se realizó durante los dos años de contrato, a la entidad bancaria.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Para tener una clara comprensión del tema a tratar, es indispensable tener una noción de lo que es la **ingeniería de mantenimiento**. La ingeniería, aparte de dedicarse a la investigación, se le puede dividir en cuatro categorías:

- a.- Ingeniería de Desarrollo.
- b.- Ingeniería de diseño.
- c.- Ingeniería constructiva.
- d.- Ingeniería de mantenimiento.

Es justamente la ingeniería de mantenimiento, la función empresarial a la que se le encomienda el control constante de las instalaciones, así como el conjunto de los trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento continuo y el buen estado de conservación de la instalaciones productivas.

Por tratarse de doce agencias a las cuales se les presta el servicio de mantenimiento, se ha creído conveniente tomar la agencia Central Lima como la Agencia Piloto para desarrollar el presente informe. porque dada su

importancia y su delicada misión que cumple en el campo comercial, financiero, administrativo y crediticio; es necesario que sus instalaciones y equipos de bombeo tengan un buen programa de mantenimiento preventivo. Y es bueno recordar que el objetivo del mantenimiento, es **conservar** la capacidad de producción de las instalaciones y de los equipos; **minimizar** los trastornos en la producción y las averías que éstos provoquen; **disminuir** costos, **garantizar la seguridad** del personal y de los recursos físicos .

Si bien es cierto que nuestro trabajo consiste en ejercer el mantenimiento de los equipos de bombeo de esta entidad bancaria, los cuales ya están Instalados y en funcionamiento, es necesario puntualizar que el éxito y eficiencia en el funcionamiento de las bombas centrífugas en gran parte depende de:

- Selección adecuada de la bomba para cada aplicación o trabajo.
- Instalación correcta de la bomba.
- Para tener una mejor orientación se ha creído conveniente indicar una clasificación general de los diferentes tipos de bombas existentes en nuestro país y, para tener una idea clara sobre las bombas centrífugas, se hará una breve descripción de los tipos y características de estas bombas, con sus respectivas ilustraciones, para apreciar las diferencias entre ellos.
- Conocimiento de las principales ecuaciones y curvas características que rigen el comportamiento de las bombas centrífugas, relacionándolas con la curva de pérdidas del sistema para obtener el punto de operación, lo que permite la selección económica del equipo de bombeo.

1.1 OBJETIVOS

Realizar el diagnóstico técnico de los sistemas de bombeo de las agencias bancarias.

Llevar a cabo el mantenimiento correctivo del sistema de bombeo.

Programar el mantenimiento preventivo.

1.2 DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Visita técnica para evaluar el estado de los sistemas de bombeo.

Elaborar un informe técnico, adjuntando presupuesto el mantenimiento correctivo.

Firma del contrato con la entidad bancaria.

Establecimiento del plan de mantenimiento a las agencias.

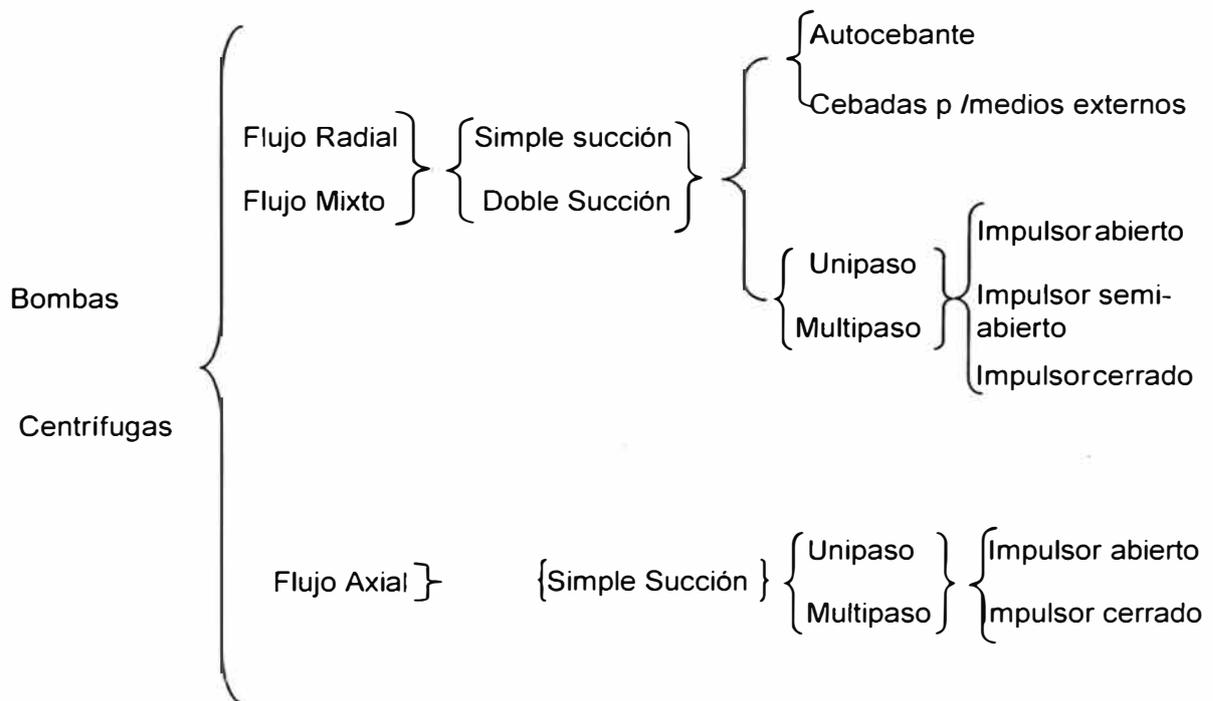
Verificación del cumplimiento del contrato.

CAPITULO II

EL USO DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS

Las bombas centrífugas son turbomáquinas que incrementan la energía del líquido, mientras está pasando a través del rotor en forma radial, axial o mixta, debido a la fuerza centrífuga o al impulso de los álabes sobre el líquido o una combinación de ellos, respectivamente. Las bombas se clasifican según el "Hidraulic Institute" de los Estados Unidos de la siguiente manera:

2.1 CLASIFICACION



2.1.1 Bombas de Flujo Radial

Son por lo general de rodetes (impulsores) angostos y de baja velocidad específica, que desarrollan cargas altas, con bajo gasto, donde la presión desarrollada es debida a la fuerza centrífuga.

2.1.2 Bombas de Flujo Mixto

Tienen como característica el cambio de flujo de axial a radial, en forma gradual. Estas se emplean en casos donde se requieran gastos y cargas intermedias, con mayor velocidad específica que la radial.

2.1.3 Bombas de Flujo Axial

Su rodete es de alta velocidad específica y se emplean para cargas y altos gastos (caudales).

2.2 TIPOS Y CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS

En la siguiente página podemos mostrar algunos tipos de bombas centrífugas, las cuales también lo indicamos en la forma siguiente:

2.2.1 De acuerdo con la forma y disposición de los impulsores:

Centrífugas

Hélice centrífuga

Hélice o axial

De un impulsor

En serie

En paralelo

En serie y paralelo

2.2.2 De acuerdo con la forma y clase del cuerpo o carcasa:

Voluta simple

Voluta doble

Voluta con dos salidas

Descarga en cámara de agua

Voluta de concreto sin blindaje

Voluta de concreto con blindaje.

2.2.3 De acuerdo con la forma de difusores:

Difusor antes de la voluta

Difusor de álabes angostos

Difusor en cámara de agua.

Difusor en conductos de regreso.

Difusor tipo bulbo

Difusor axial

características de los tres tipos de bombas.

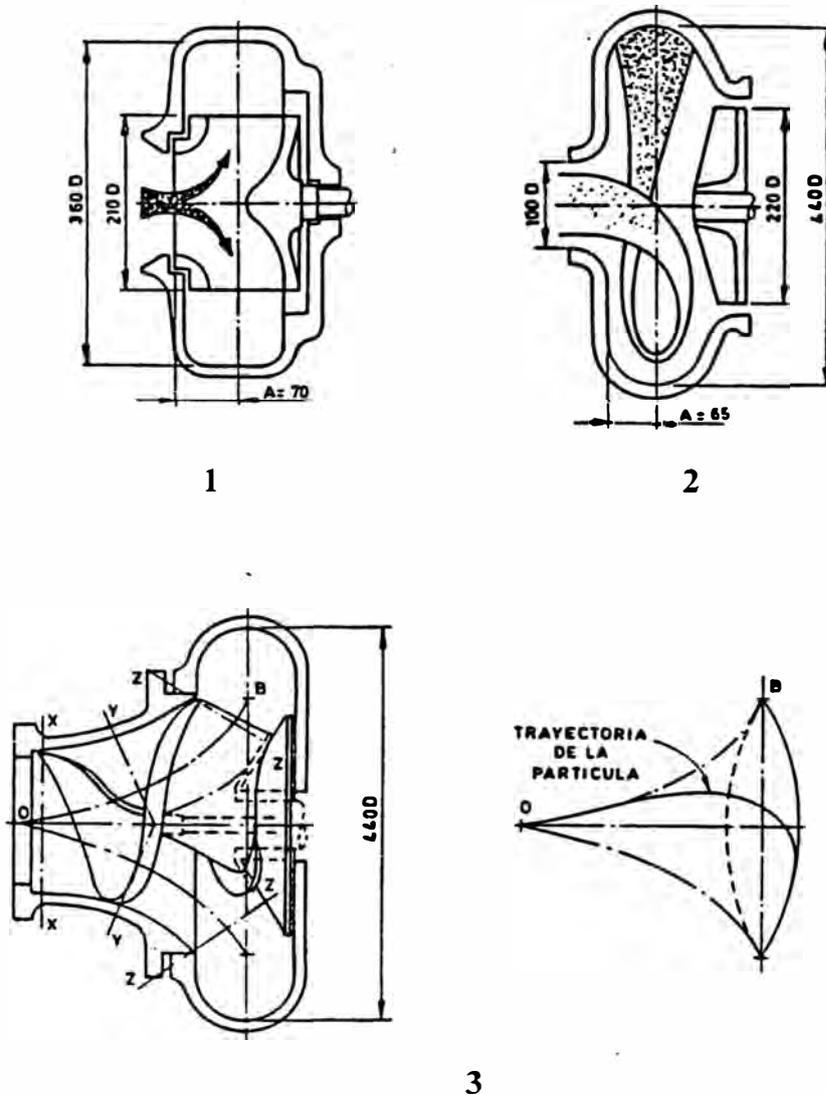


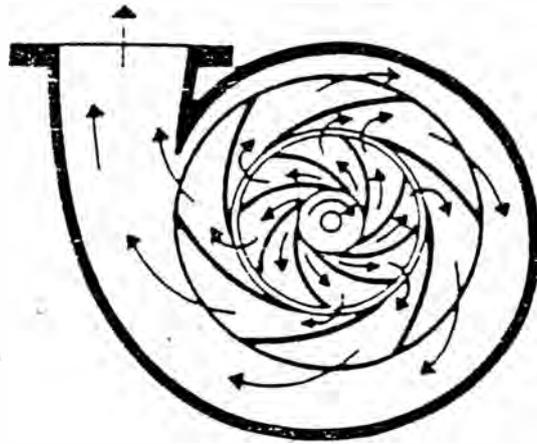
Figura N° 2.1 Comparación de bombas de álabe, vortex e hidrostal

(1) : Sección transversal de una bomba centrífuga.

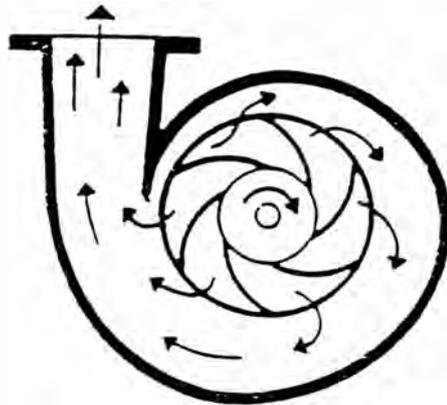
(2) : Sección transversal de una bomba vortex.

(3) : Sección transversal de una bomba Centrífugo-Helicoidal

Las tres bombas están dimensionadas para entregar un caudal de 33 L / s a 8 m de altura dinámica total y a una velocidad de rotación de 1450 RPM. Para cada una de ellas el punto de operación está aproximadamente a 2/3 partes del caudal máximo. Esta selección fue hecha para mostrar las principales diferencias en dimensiones, construcción, acción y características de los tres tipos de bombas.



- a. La voluta de la bomba convierte energía de velocidad del líquido en presión estática



- b. El difusor cambia la dirección del flujo y contribuye a convertir la velocidad en presión

Figura N° 2.2 Acción de la bomba centrífuga

2.2.4 Característica de las Bombas Modernas

La siguiente tabla nos da una exposición general de las características habituales para una clase de bomba dada

Tabla N° 2.1 Características de la bombas modernas

	CENTRIFUGA		ROTATORIA	RECIPROCANTE		
	Voluta y difusor	Flujo axial	Tornillo y engrane	Vapor de acción directa	Doble acción	Triplex
Tipo de descarga	Continuo	Continuo	Continuo	Pulsante	Pulsante	Pulsante
Máxima elevación de succión en m	4,5	4,5	6,60	6,60	6,60	6,60
Líquidos que maneja.....	Limpio, claro, sucio, abrasivo, líquidos con alto contenido de sólidos		Viscoso no abrasivo	Limpio y claro		
Variación de presión de descarga.....	Baja a alta		media	Pequeña a la máxima que se produce		
Región de capacidad habitual	Pequeña a la mayor obtenible		Pequeña a media	Relativamente pequeña		
Como afecta una columna aumentada: Capacidad..... Potencia de entrada.....	Disminuye Depende de la velocidad específica.		Nada Aumenta	Disminuye Aumenta	Nada Aumenta	Nada Aumenta
Como afecta una columna disminuida: Capacidad..... Demanda de potencia	Aumenta Depende de la velocidad específica		Nada Disminuye	Pequeño aumento Disminuye	Nada Disminuye	Nada Disminuye

2.3 RAZONES QUE JUSTIFICAN EL MAYOR USO DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS.

Debido a sus características, las bombas centrífugas son las que más se aplican en las residencias, agricultura e industria, etc; por las siguientes razones:

2.3.1 Razones Técnicas.

- a. Son máquinas giratorias
- b. Los mecanismos de acoplamiento son sencillos y no tienen órganos articulados
- c. La impulsión eléctrica del motor que las mueve es bastante sencilla.
- d. Para una operación definida el gasto es constante no se requiere un dispositivo regulador.
- e. Se adaptan con facilidad a muchas circunstancias.

2.3.2 Razones Económicas.

- a. El precio de una bomba centrífuga es aproximadamente $\frac{1}{4}$ del precio de una bomba de émbolo equivalente en los parámetros de caudal y altura dinámica total,

- b. El espacio que se requiere es aproximadamente $1/8$ de la bomba de émbolo, equivalente.
- c. El peso es muy pequeño en comparación con la bomba de émbolo y, por lo tanto, la cimentación requerida para su instalación resulta menos costosa.
- d. El mantenimiento de una bomba centrífuga sólo se reduce a renovar el aceite o grasa de las chumaceras, los empaques del prensaestopa y el número de accesorios o elementos a cambiar es muy pequeño.

El campo de utilización de las bombas centrífugas es muy amplio : bombeo de agua potable, agua de pozo profundo, bombeo de sólidos-líquidos, aguas servidas, etc.

En algunos casos no se puede utilizar; por ejemplo: donde se requieran grandes presiones y gastos muy pequeños, éste campo lo cubre las bombas de desplazamiento positivo o bombas de émbolo, las bombas de tornillo, o de engranajes. .

Por el contrario se aplican a grandes gastos y bajas presiones.

2.4 PARAMETROS Y ECUACIONES FUNDAMENTALES DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS.

2.4.1 Presión

Se define como fuerza por unidad de área. Sus unidades usuales son : bar, Pa, m de columna de agua, psi.

En la presente figura se aclara los términos de presión absoluta y presión manométrica.

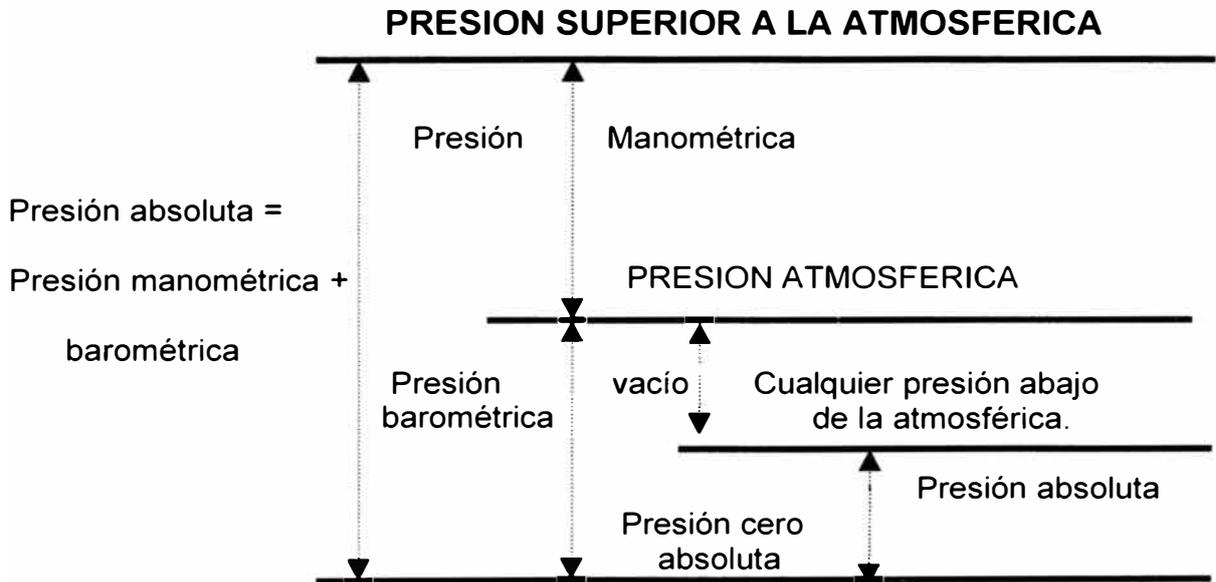


Figura N° 2.3 Relación entre los diferentes términos de presión que se usan en bombeo.

2.4.2 Altura de Carga.

Es la columna de fluido que ejerce sobre su base una presión "p":

$$H = \frac{p}{\gamma}$$

p = Presión en N / m² del líquido

γ = Peso específico del líquido a

una temperatura dada en N / m³
(en Tablas).

2.4.3 Altura de Carga de Posición

Es la altura de un punto dado respecto a un nivel de referencia

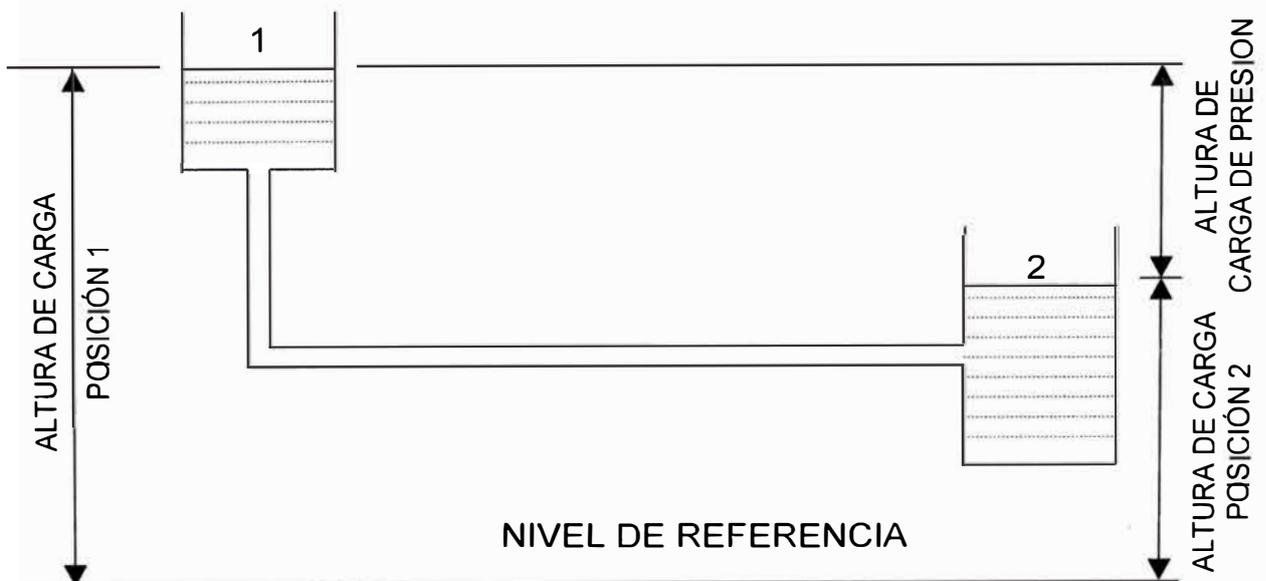


Figura 2.4 Altura de carga de posición de altura geodésica

2.4.4 Altura de Velocidad

Es la energía asociada a la velocidad, expresada en términos de altura.

$$h = \frac{V^2}{2g}$$

V : Velocidad media del fluido (m/s)

h : Altura de velocidad (m)

g : Aceleración de la gravedad del lugar (m / s²)

2.4.5 Altura de carga estática total

En el gráfico se ilustra este término:

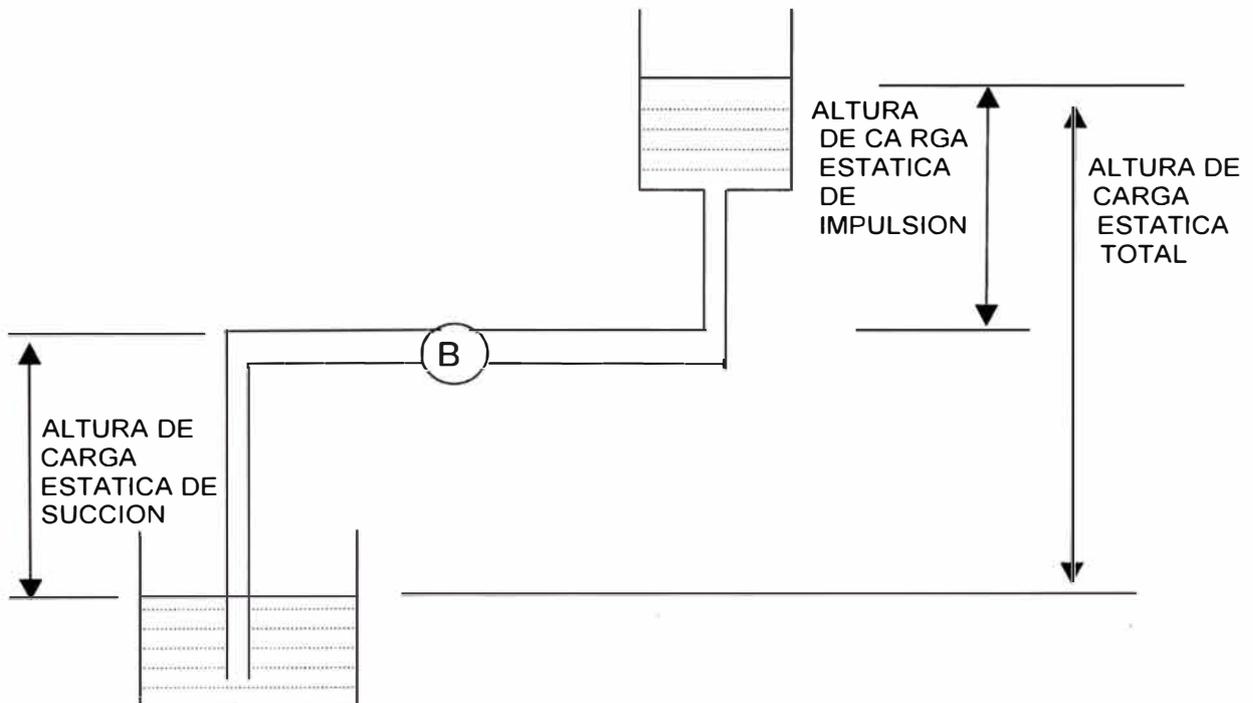


Figura N° 2.5 Altura de carga estática total

2.4.6 Altura manométrica

Es la diferencia entre la altura de presión en la brida de impulsión y la de succión de la bomba. Algunos autores la denominan como altura manométrica a la altura efectiva de la bomba.

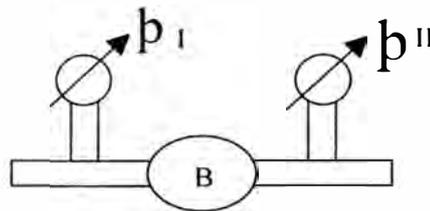


Figura N° 2.6 Altura manométrica

$$H_{\text{manométrica}} = \frac{p_{II} - p_I}{\gamma}$$

p_{II} = Presión de impulsión, N / m^2

p_I = Presión de succión, N / m^2

γ = Peso específico del líquido,
(N / m^3) (de tablas.)

2.4.7 Altura efectiva de la Bomba

Si representamos a una bomba en la siguiente figura:

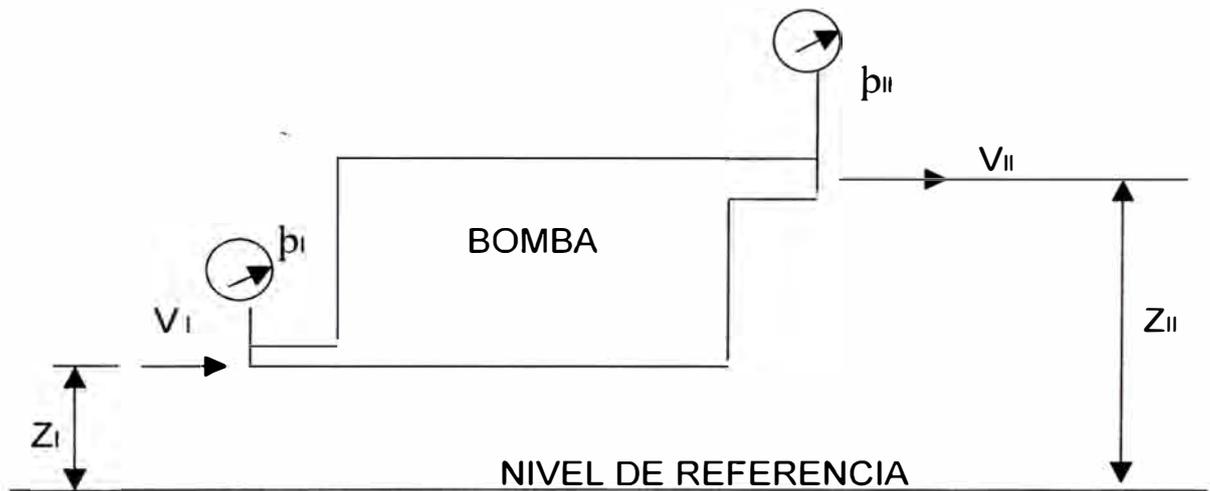


Figura N° 2.7 Altura efectiva de la bomba

Como:

$$H = \frac{p_{II} - p_I}{\gamma} + \frac{V_{II}^2 - V_I^2}{2g} + (Z_{II} - Z_I)$$

En una bomba generalmente se desprecian los dos últimos términos de la derecha, de ahí que:

$$H = \frac{p_{II} - p_I}{\gamma}$$

La altura efectiva también se puede calcular por medio de la altura del sistema, ya que son iguales.

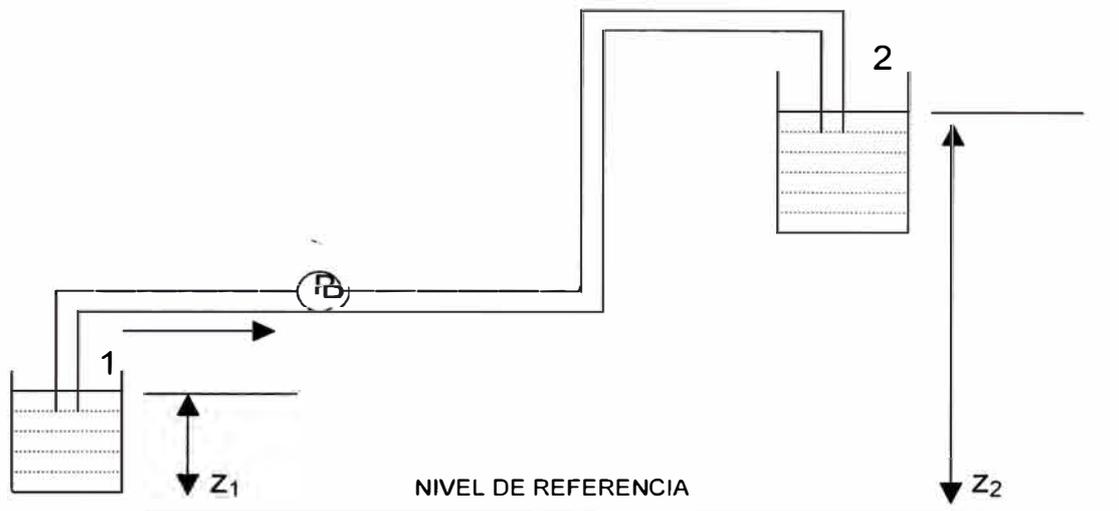


Figura N° 2.8 Altura del sistema

Para el sistema mostrado se tiene:

$$H = H_{sist} = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + (Z_2 - Z_1) + \sum H_p$$

Donde: $\sum H_p$, Incluye todas las pérdidas, tanto en la zona de aspiración como la de impulsión.

2.4.8 Potencia útil (P_u)

$$P_u = \frac{\gamma Q H}{102}$$

$$P_u = \text{kW}$$

$$\gamma = \text{kgf} / \text{m}^3$$

$$Q = \text{m}^3 / \text{s}$$

$$H = \text{m}$$

2.4.9 Rendimiento total

$$\eta = \frac{P_u}{P_{eje}}$$

$$\eta : 0,70 \text{ a } 0,92$$

Donde: P_u es potencia útil de la bomba y P_{eje} (del motor eléctrico)

2.4.10 Cavitación en bombas

Es la aparición de burbujas de vapor en una corriente líquida.

La cavitación se produce en la bomba, cuando en un punto de la zona del rotor la presión resulta inferior a la del vapor.

Para evitar la cavitación la altura de montaje (H_m), debe cumplir con la siguiente ecuación:

$$H_m \leq H_{at} - H_v - \Sigma H_{ps} - \Delta h$$

Donde:

$$H_{at} = \text{Altura de presión atmosférica} : p_{atm} / \gamma$$

$$H_v = \text{Altura de presión de vapor} : p_v / \gamma$$

$$\Sigma H_{ps} = \text{Altura de pérdidas de succión.}$$

$$\Delta h = \text{Depresión crítica: caída de la altura de presión}$$

desde la brida de succión y el punto más sensible a la cavitación en la zona del rotor, sumada a la altura de velocidad: $(V_i^2 / 2g)$. Este valor depende de las características de la bomba.

Altura Neta Positiva de Succión

NPSH

(Es una definición Americana que corresponde a Net Positive Succión Head) . NPSH puede ser definida como la presión estática a que debe ser sometido un líquido, para que pueda fluir por si mismo a través de las tuberías de succión y llegar finalmente hasta inundar los álabes en el orificio de entrada del impulsor.

La presión que motiva este flujo proviene algunas veces únicamente de la presión atmosférica o de la altura estática más la presión atmosférica y, por último, hay oportunidades también donde es posible hacer intervenir favorablemente a una presión auxiliar que se halla presente en el sistema.

Como las características hidráulicas de la red de succión inciden también en el cálculo NPSH, para facilitar los cálculos, se ha convenido en dividirlo:

El NPSH de la bomba o requerido.- Depende exclusivamente del diseño interno particular a cada bomba y suele variar mucho, no sólo con el caudal y la velocidad dentro de la misma bomba; sino también de una bomba a otra, entre las de un mismo fabricante y, desde luego con mayor razón entre las de distintos fabricantes.

Antes de ser suministradas la bomba al usuario, el NPSH requerido es calculado y medido experimentalmente y cuidadosamente en la fábrica.

Debe recordarse que una bomba centrífuga sólo puede añadir energía a un líquido cuando este ha inundado los álabes del impulsor . Es por ello que toda la energía necesaria para superar la altura de succión y las pérdidas en el sistema de succión para llevar el líquido al impulsor, debe ser suministrada por una fuente externa a la bomba (presión atmosférica).

El cálculo del NPSH toma gran importancia cuando se deben bombear líquidos muy calientes, o en bombas ubicadas a mucha altura sobre el nivel del mar.

También es utilizado para evaluar las condiciones de succión que se producen con líquidos volátiles, que a la temperatura de bombeo no están a la presión de vaporización.

NPSH disponible del sistema.- Depende exclusivamente de las características hidráulicas de la red externa de succión conectada a la bomba. Este valor debe ser calculado para cada instalación y tomado en cuenta. Si se desea, como es natural, que la instalación opere satisfactoriamente, el NPSH disponible del sistema, deberá ser mayor por lo menos en 0.50 m. al NPSH requerido por la bomba, de otro modo se producirán las fallas hidráulicas y mecánicas que anteriormente se explicaron.

Estas consideraciones sobre NPSH se aplican a cualquier tipo de bomba, sea centrífuga, turbina regenerativa, de desplazamiento positivo, de flujo mixto y hélice. (ver anexo A)

2.5 CURVAS CARACTERISTICAS DE UNA BOMBA CENTRIFUGA Y SU PUNTO DE OPERACION

En el funcionamiento de las bombas es necesario saber, para su buena utilización, como se comportarán si el caudal es distinto al normal, puesto que es de esperar que la altura de elevación varíe al variar el caudal o el número de vueltas con que gira la bomba.

También existe el interés en conocer, para una bomba determinada, el número de regímenes de marcha en los cuales puede ser empleada, con respecto a su rendimiento.

Entonces al conjunto de curvas caudal – altura para todos los números de vueltas posibles, forma en el espacio, una superficie en el sistema de coordenadas Q, H, N, que nos permite conocer el funcionamiento de la bomba en todo los casos posibles; dicha superficie se llama **superficie característica de la bomba**.

Entre las principales curvas características se tiene:

- a - La curva de potencia en el eje.
- b - La curva de rendimiento.
- c - Las curvas de igual rendimiento o ley de semejanza de Newton, conocida como conchoide.

NOTA: Estas curvas son proporcionadas por el fabricante.

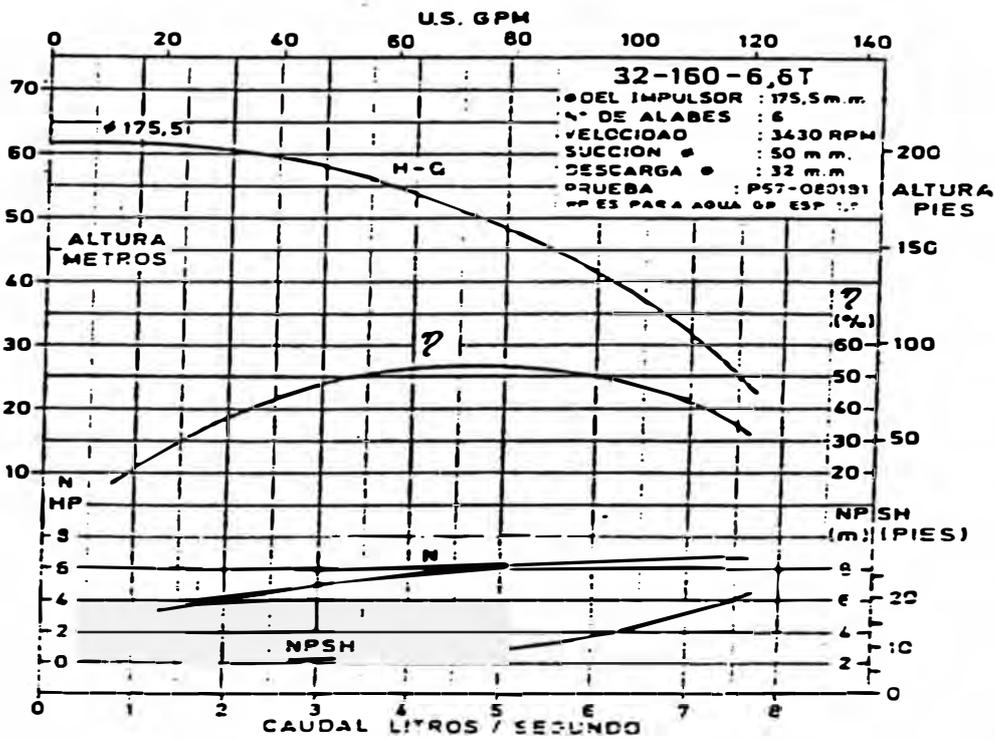
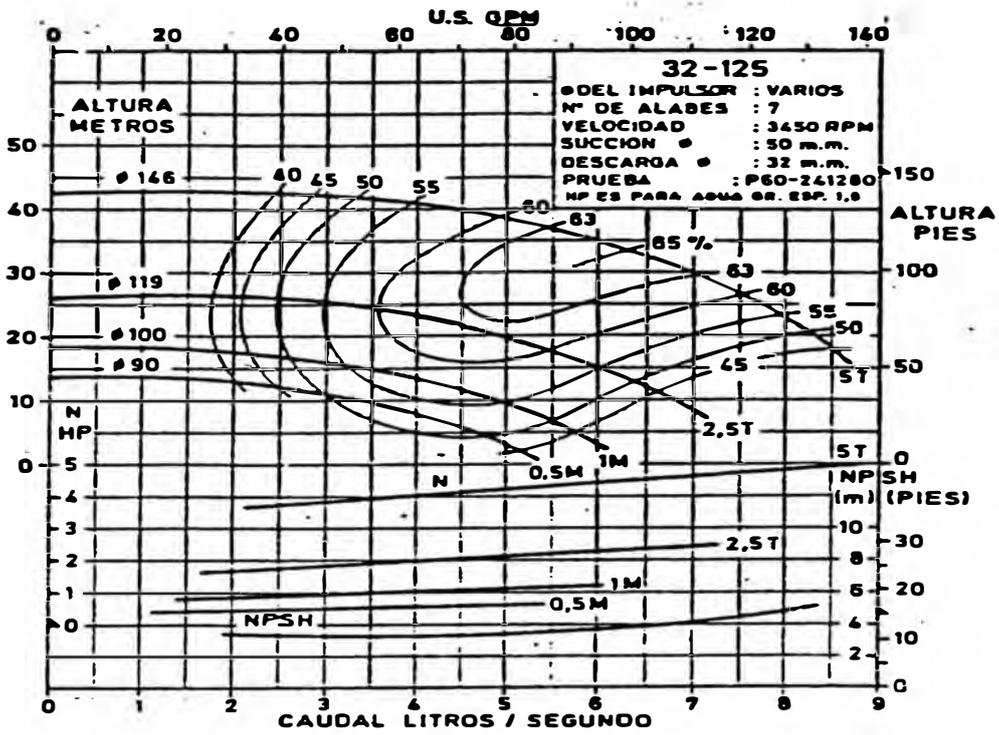


Figura Nº 2.9 Curvas características de la bomba

2.5.1 Operación de bombas

El punto de funcionamiento de la bomba, es el punto en el cual se interceptan la Curva H- Q, de la bomba con la curva del sistema, en un punto de buena eficiencia de la bomba.

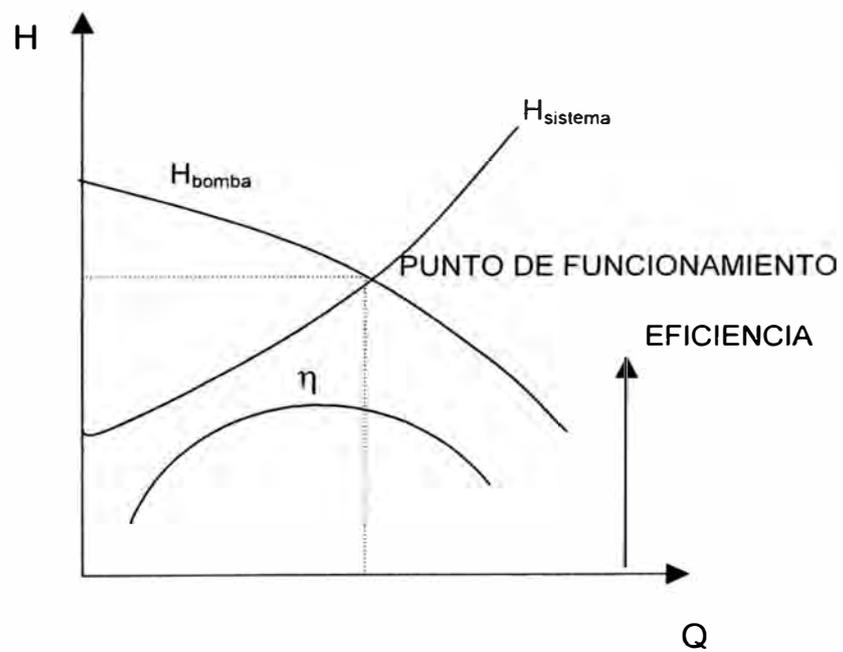


Figura. N° 2.10 Punto de funcionamiento de la bomba

2.5.1.1 Regulación del caudal con válvula.

Las bombas centrífugas se adaptan con facilidad a regular el caudal con válvulas en la descarga y se debe realizar en un rango pequeño.

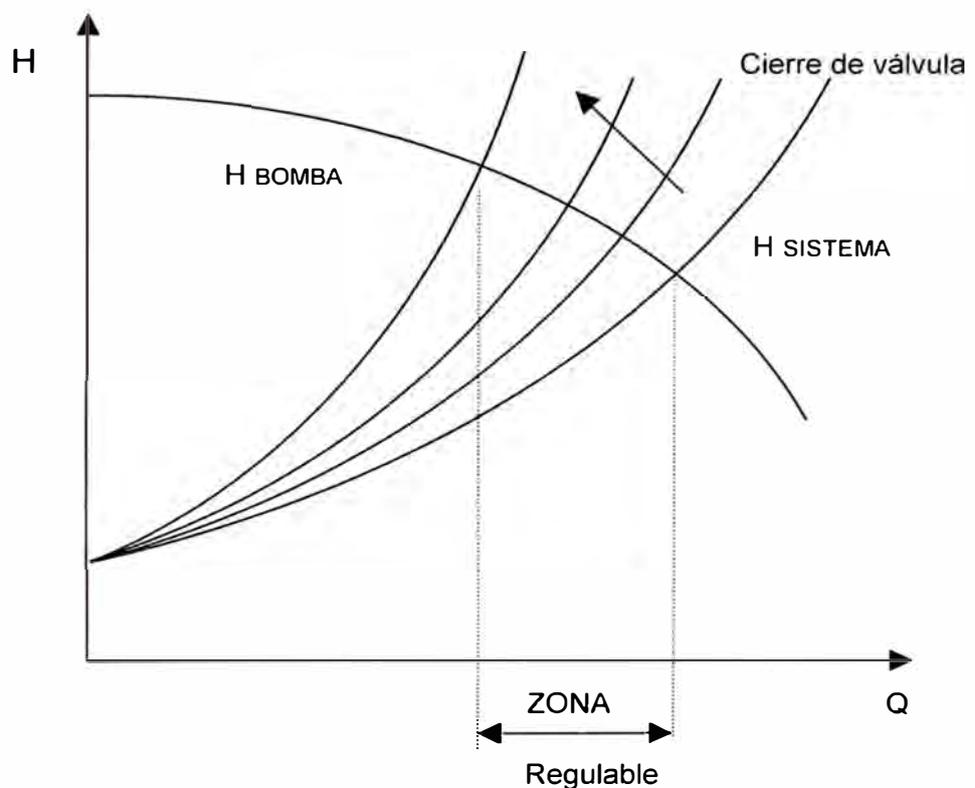


Figura N° 2.11 Uso de válvula compuerta

2.5.1.2 Descarga en paralelo

- a. Cuando tienen la misma altura estática de descarga. Para cada línea horizontal que corresponde a $H = \text{Cte.}$, se determinan los caudales de cada curva del sistema y se les

suma. Luego la curva del sistema pasará por el punto H y el caudal suma. Tal como se ilustra en la figura.

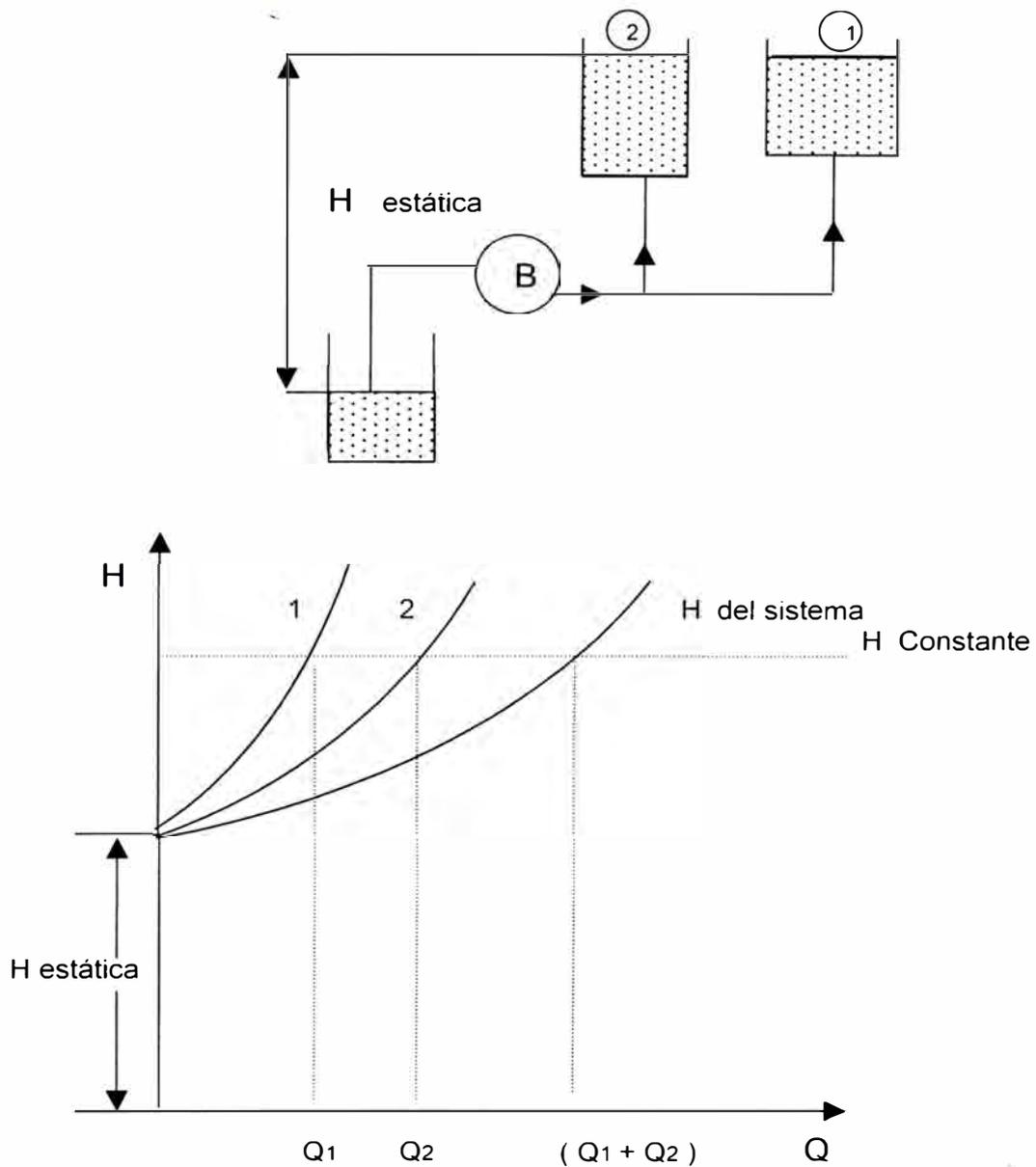


Figura N° 2.12 Descarga en paralelo

b - Cuando tiene la altura estática de descarga diferente.

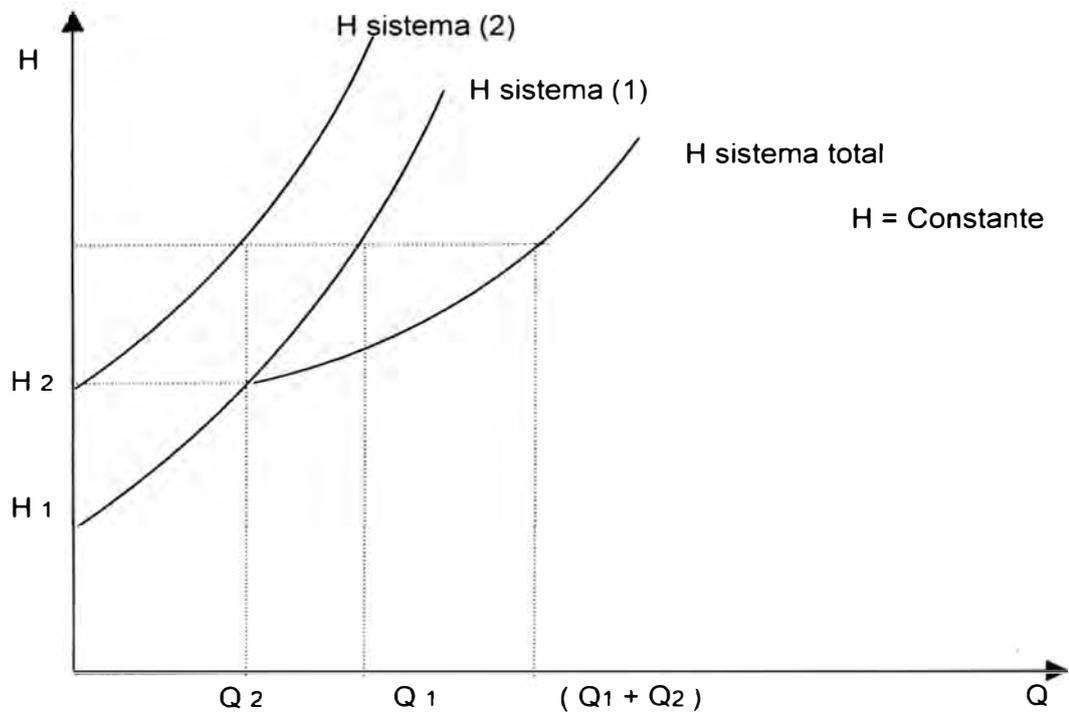
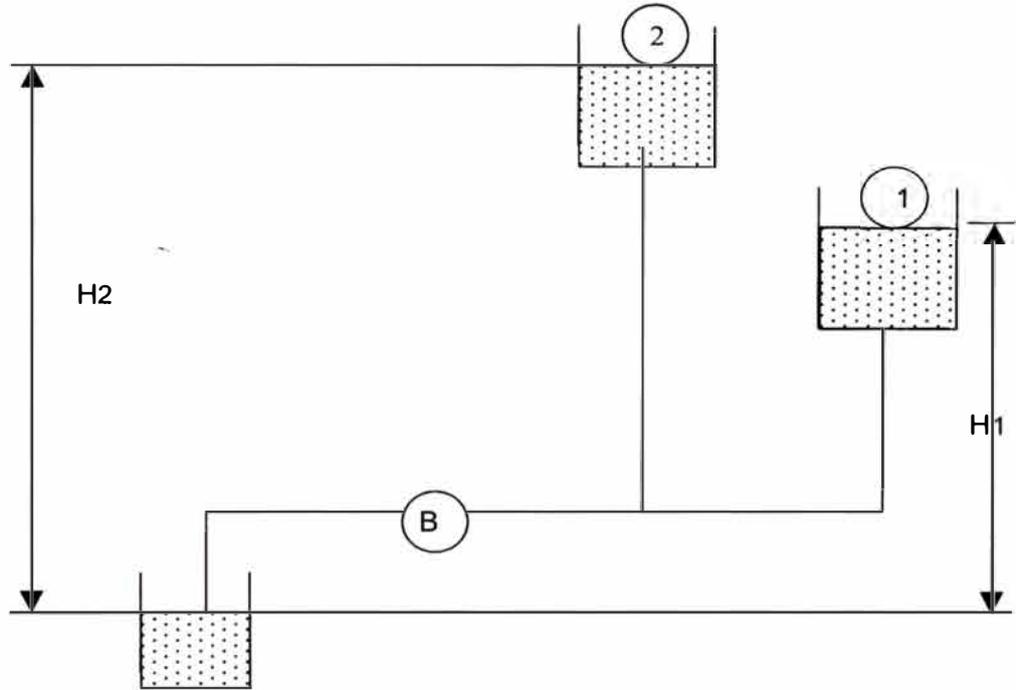


Figura N° 2.13 Descarga de alturas diferentes

Primeramente, se debe determinar las curvas del sistema $H_{\text{sist. (1)}}$ y $H_{\text{sist. (2)}}$, correspondiente a cada ramal de alturas diferentes.

La curva del sistema resultante: $H_{\text{sist. total}}$; se obtiene repitiendo el procedimiento para otras : alturas constantes, $H = \text{Cte.}$

2.5.1.3 Bombas en Paralelo

Cuando se requiere mayor caudal, o por medidas de seguridad se requieren emplear dos bombas en paralelo.

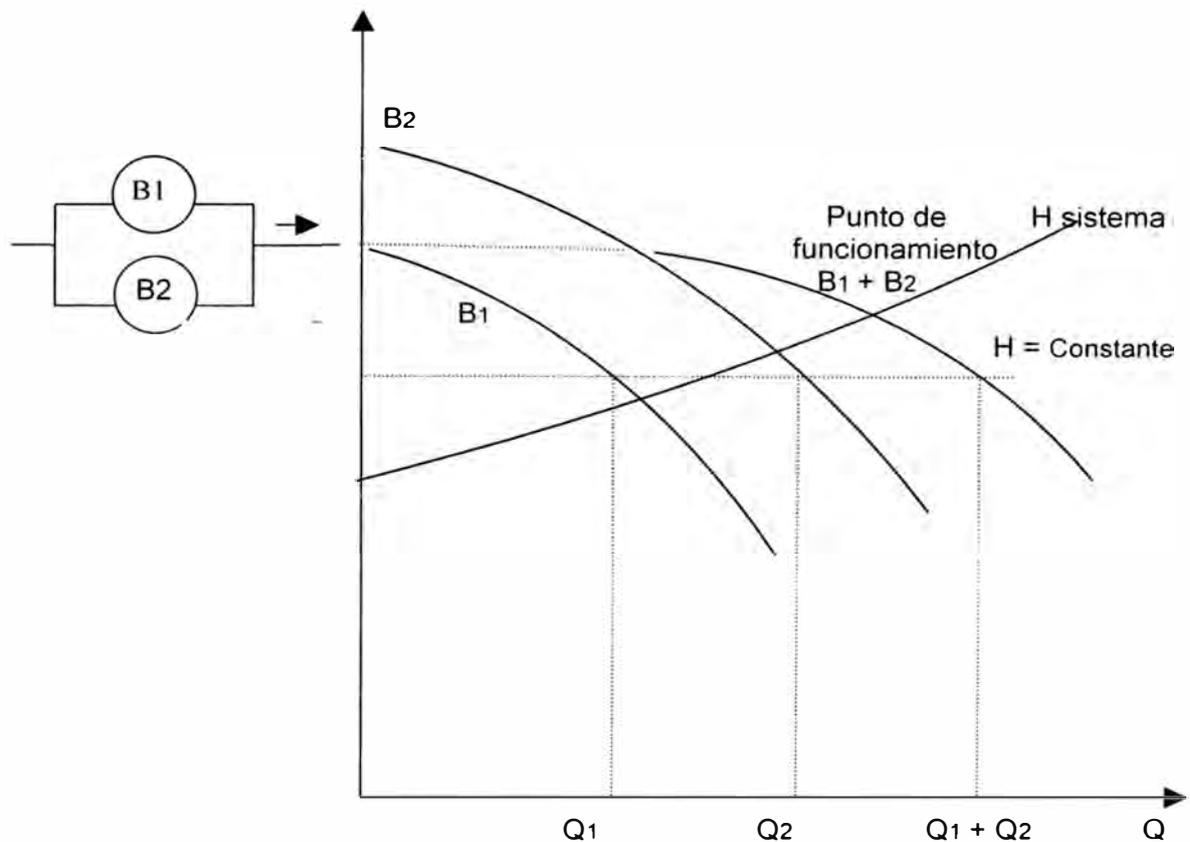


Figura N° 2.14 Bombas en paralelo

El punto de funcionamiento es la intersección entre: $H - Q$ del sistema con la curva de funcionamiento en conjunto de las dos bombas ($B_1 + B_2$).

Para conocer cuanto caudal pasa por cada bomba, se traza una línea horizontal por el punto de funcionamiento y los caudales serán aquellos que correspondan a la interrupción de ésta línea con las curvas $H - Q$ de cada bomba

respectivamente; su uso es para obtener mayor caudal.

2.5.1.4 Bombas en serie

Se utiliza para obtener mayores alturas manométrica.

La curva del conjunto de las dos bombas en serie, se obtiene sumando verticalmente para caudal constante, las alturas de cada bomba.

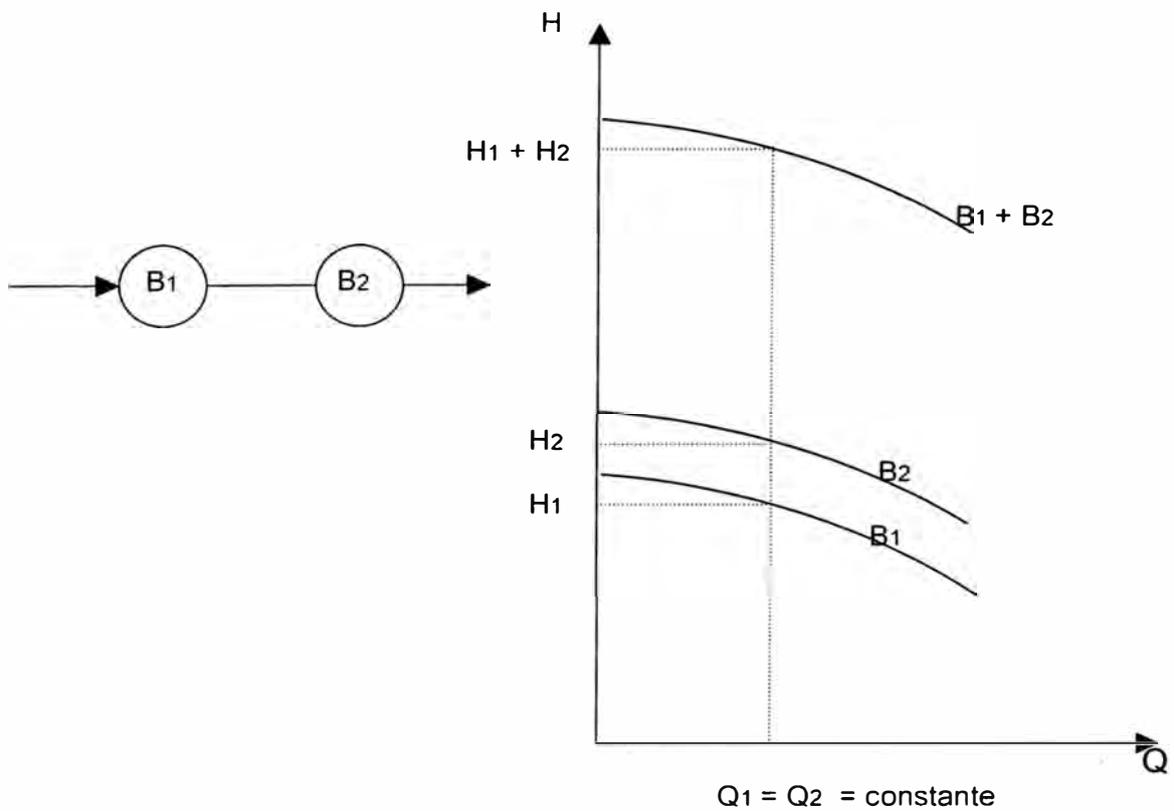


Figura N° 2.15 Bombas en serie

2.5.1.5 Variación de las RPM

Al variar las revoluciones de las bombas, éstas varían como se indican en la figura.

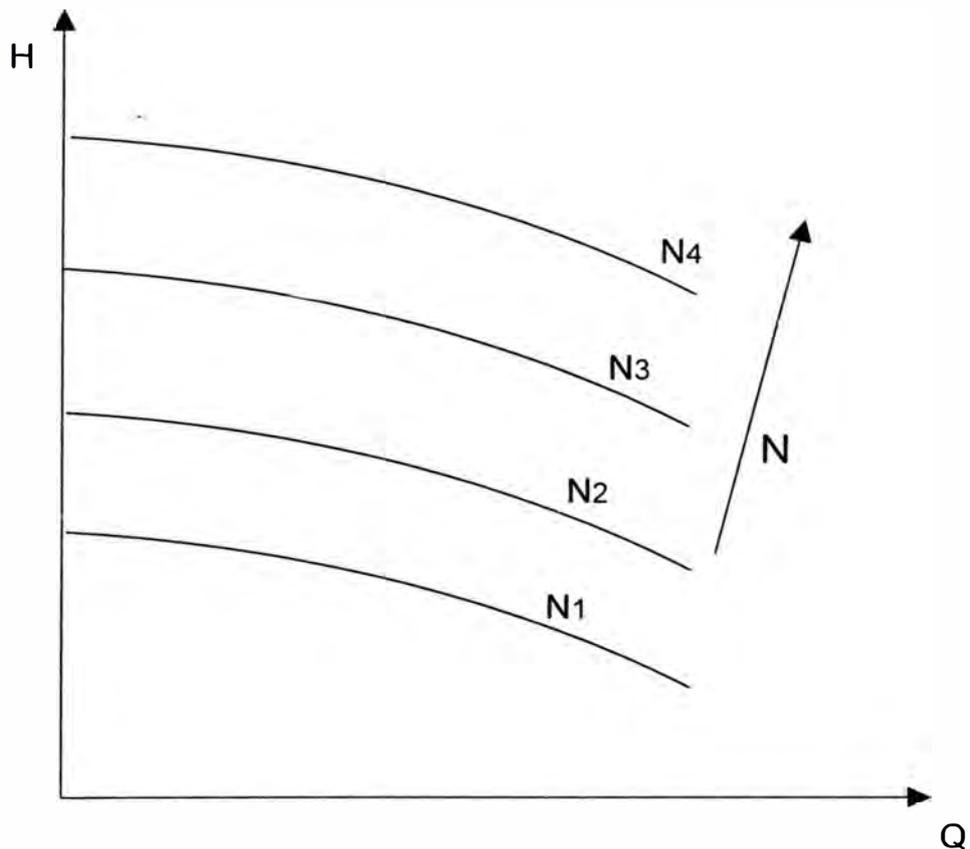


Figura N° 2.16 Efecto de la variación de la velocidad

2.5.1.6 Curvas de igual eficiencia

De las curvas de eficiencia, representadas en la figura siguiente se desprende que cada bomba tiene un punto de funcionamiento óptimo (B), partiendo del cual, en todas direcciones se produce

una disminución paulatina del rendimiento de la eficiencia.

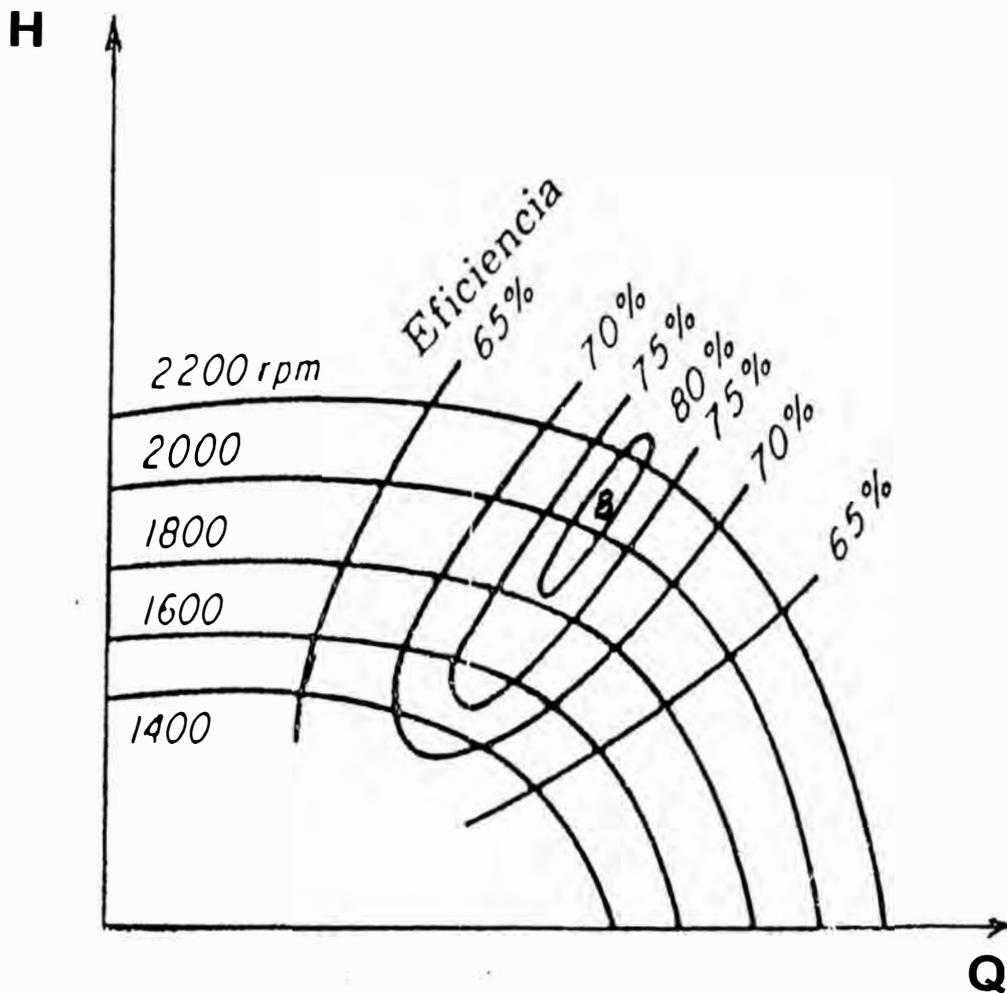


Figura Nº 2.17 Curvas de igual eficiencia

2.5.1.7 Leyes de Semejanza

Parábola de homología.

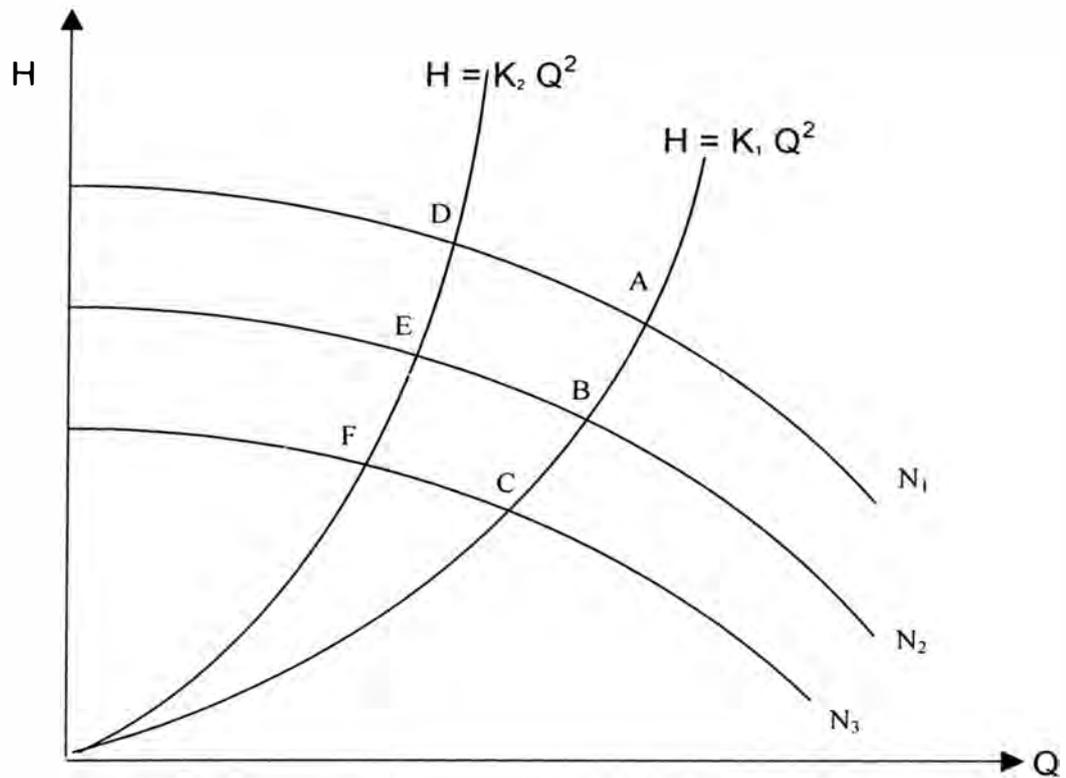


Figura N° 2.18 Parábola de homología

Entre los puntos tales como: A, B, C, se pueden establecer las leyes de semejanza. Así mismo, para los puntos D, E y F, en todos los puntos ubicados en la parábola de la forma :

$H = K Q^2$ se tiene que en una bomba, para diferentes revoluciones y entre los puntos ubicados en las parábolas de homología se puede aplicar las leyes de semejanza.

Las alturas:

$$\frac{H_A}{H_B} = \left(\frac{N_A}{N_B} \right)^2$$

Los caudales:

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \frac{N_A}{N_B}$$

Las Potencias:

$$\frac{\text{Pot. A}}{\text{Pot. B}} = \left(\frac{N_A}{N_B} \right)^3$$

Estas leyes se aplican con buena aproximación cuando los valores de las revoluciones están comprendidas dentro de $\pm 20\%$ de las RPM de diseño.

2.5.1.8 Regulación del caudal. Método analítico.

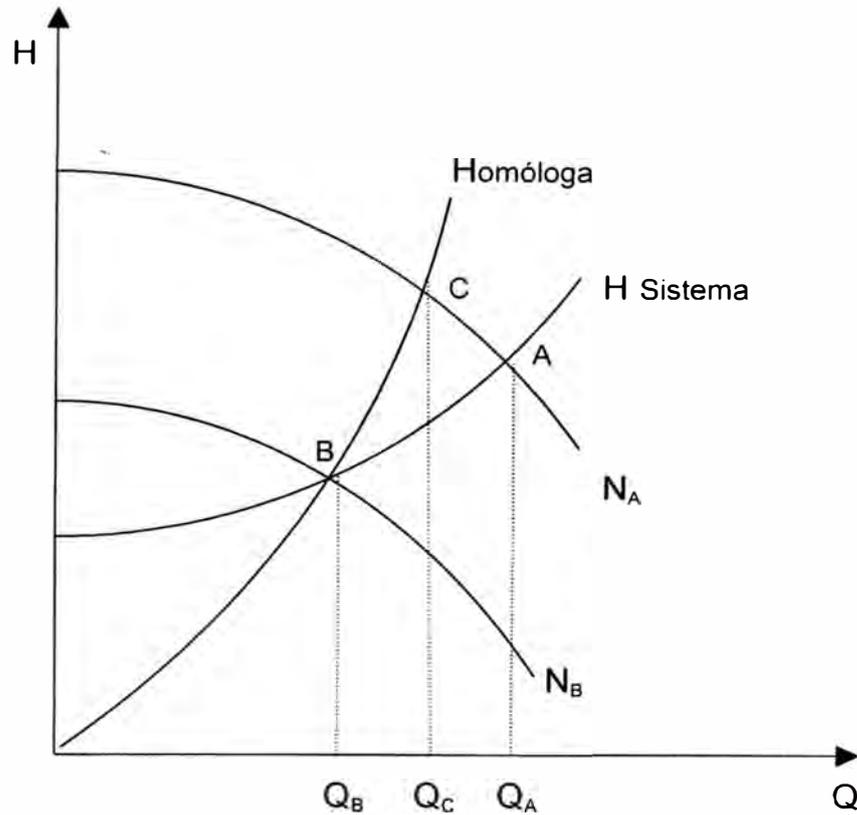


Figura N° 2.19 Regulación del caudal

- Si se quiere reducir el caudal a Q_B , entonces:
Como se conoce $H_{\text{sist}} = F(Q)$, calculamos con Q_B el valor de H_B .

- Se encuentra la curva de homología

$H = KQ^2$, calculando la constante:

$$K = \frac{H_B}{Q_B^2}$$

Interceptamos la parábola con la curva conocida

Q – H, correspondiente a las revoluciones N_A .

- Se lee Q_C y como B y C, están en una parábola, aplicando semejanza se tiene:

$$N_B = N_A \left(\frac{Q_B}{Q_C} \right)$$

Donde : $N_C = N_A$

2.5.1.9 Campo de funcionamiento inestable

Las bombas cuyas curvas características presentan la forma indicada en la figura, tienen una zona inestable en la cual no se las debe hacer trabajar.

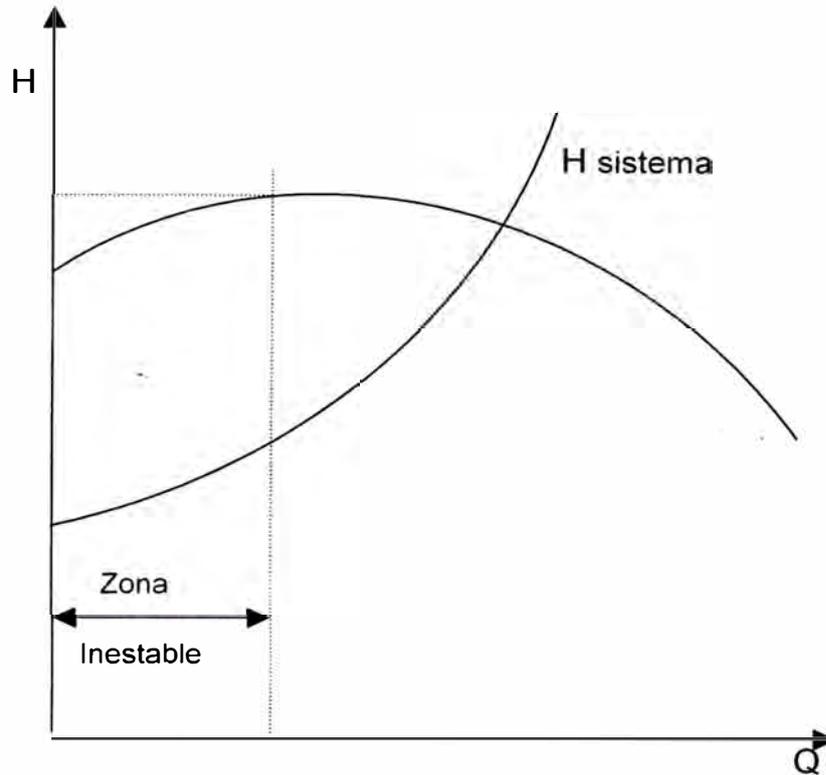


Figura N° 2.20 Funcionamiento inestable

2.5.2 Punto óptimo de funcionamiento de la bomba

Por lo general, en todo proyecto de una instalación, deberá buscarse cual es el **punto de funcionamiento de la bomba**, de modo que las **características del sistema y de la bomba** se crucen en un punto de buena eficiencia de la bomba o tenga que cambiarse la elección de ella. Para ello se construye un diagrama como el que se muestra aquí adjunto, en el cual se llevan las características de la instalación para los límites extremos de operación. Con ayuda de las características del

fabricante, se trazan las familias de curvas gasto-velocidad (RPM), por ejemplo, las representadas en el diagrama N_1 y N_2 . Se traza en el mismo diagrama, debajo de las curvas anteriores, la característica eficiencia de la bomba y se toma para el punto de máxima eficiencia el caudal que sería el **caudal óptimo** (Q óptimo), que corresponde a una velocidad (RPM) óptima, siendo este punto con respecto a la curva de pérdidas del sistema un punto intermedio entre las pérdidas del sistema a menos RPM (A) y a mayor RPM (B), ambos considerando la misma altura geodésica o topográfica.

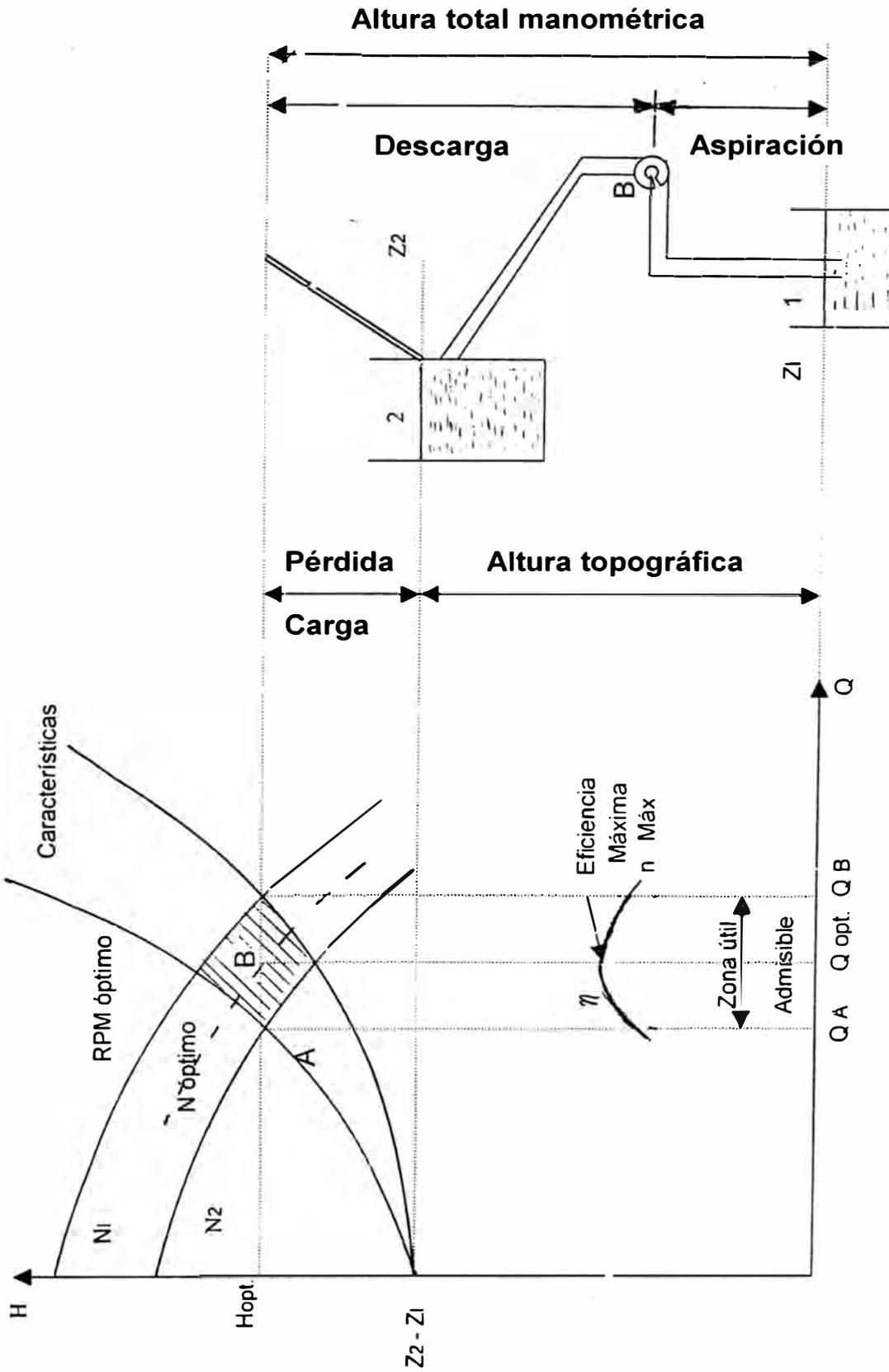


Figura N° 2.21 Punto de funcionamiento de la bomba centrífuga

En la figura se puede apreciar una **zona útil admisible** (área achurada), donde puede funcionar el sistema sin presentar ningún contratiempo, a pesar de las variaciones no muy grandes que puedan sufrir el gasto, la velocidad de la bomba, además esta zona es la más **económica** y óptima de funcionamiento de la bomba, por encontrarse en el rango de la máxima eficiencia.

El punto de funcionamiento (B) proporciona un **Q óptimo**; que vendría a ser un caudal intermedio entre el mínimo y el máximo que se podría bombear al variar las RPM de la bomba, lo que haría también variar la altura de bombeo, donde la altura total **manométrica** y óptima se encuentra en ese rango.

2.5.3 Determinación de la curva del sistema

Considerando la ecuación de la energía en la figura N° 2.21, aplicada a los puntos (1) y (2) se tiene:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + H_B = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + H_P$$

$$H_B = \frac{p_2 - p_1}{\gamma} + Z_2 - Z_1 + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} + H_P$$

$$p_1 = p_{atm}$$

$$p_2 = p_{atm}$$

$$V_1 \cong 0$$

$$V_2 \cong 0$$

$$H_B = Z_2 - Z_1 + H_P$$

La pérdida en el sistema

$$H_P = h_f + h_s$$

aplicado a la tubería de succión y tubería de descarga.

**a.- Pérdida principal o pérdida por fricción en la tubería
(hf)**

$$h_f = f \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación de Darcy – Weisbach

b.- Pérdidas secundarias (hs)

Se presenta generalmente por:

- 1.- **Cambio de sección** en los ductos o tuberías (ensanchamientos, estrangulaciones, efectos de entrada, salida de tubería, etc).

- 2.- **Cambios de dirección.** del fluido, por la presencia de codos, tes, derivaciones, etc.
3. - **Válvulas o elementos de control** en la tuberías como válvula check, compuerta, globo, mariposa, etc.
4. - **Medidores de flujo** presente en la tubería como rotámetro, venturi, orificio, etc.

La pérdida secundaria está dada por :

$$h_s = \sum K_i \frac{V^2}{2g}$$

Donde K_i son los coeficientes particulares de cada elemento secundario. Son obtenidos de manera experimental.

Otra manera de calcular las pérdidas secundarias es mediante el concepto de longitud equivalente (L_e) definida como la longitud de una **tubería imaginaria** que produce pérdidas iguales a la de un cambio de dirección, un cambio de sección o una válvula para un mismo caudal.

Entonces:

$$\sum h_s = f \frac{\sum Le}{D} \frac{V^2}{2g}$$

Reemplazando, la pérdida primaria y secundaria donde:

$$H_p = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} + f \frac{\sum Le}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$$= f \frac{L + \sum Le}{D} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$\text{con } V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$H_p = f \frac{L + \sum Le}{D} \times \frac{16}{2g\pi^2 D^4} Q^2$$

$$\text{De donde : } H_p = C Q^2$$

Esta es la pérdida del sistema. La altura de la bomba, queda ahora bajo la forma:

$$H_B = Z_2 - Z_1 + C Q^2$$

Esta ecuación se conoce comúnmente como la curva del sistema, que intercepta a la curva de la bomba, en el punto de operación.

2.5.4 Índice de símbolos usados

p / γ = **Altura de presión**, determinado para cada sección, por medio de un piezómetro (metros de columna de fluido)

$V^2/2g$ = **Altura de velocidad** (metros de columna de fluido)

L = Longitud de la tubería (m)

Z = Altura geodésica (m)

p = Presión estática del fluido (N / m²)

g = gravedad del lugar (m / s²) = 9,81 m / s²

V = Velocidad media de la línea de corriente en (m / s)
(tablas y gráficos)

$\sum_{i=1} Le$ = Longitud equivalente de cada accesorio (n) que varía desde 1 hasta n.

γ = Peso específico del líquido a una temperatura dada (N / m³) = ρg tablas.

ρ = Densidad del fluido a la temperatura dada. tablas
(kg / m³)

H_B = Altura que proporciona la bomba para el caudal mencionado.

H_P = Altura de pérdidas del sistema de tuberías, para una longitud de tubería L (m) es la energía irreversible convertida en calor de la tubería.

D = Diámetro de la tubería

f = Factor de pérdidas por fricción (adimensional) el factor de fricción depende del número de Reynolde (Re) y de la rugosidad relativa (E / D_H), donde E es la rugosidad absoluta de la tubería (m) y depende del material y acabado de la tubería. D_H es el diámetro hidráulico, y es igual al diámetro de la tubería(B). Ver figura 2.22

Re = Es un parámetro adimensional que sirve para identificar al tipo de flujo.

$$Re = \frac{\rho VD}{\mu} = \frac{VD}{\nu}$$

μ = Viscosidad absoluta dinámica, a la temperatura del fluido.

$$= \frac{N.S}{m^2}$$

ν = $\frac{\mu}{\rho}$ = Viscosidad cinemática a la temperatura del fluido (m / s) (ver tabla)

Otra unidad es el stoke (st = 1 cm² / s) o de los Segundos Saybolt Universal (ssu).

Cuando:

Re < 2 300 es flujo laminar (ordenado y suave)

2 300 < Re < 10 000 es flujo de transición.

$Re > 10\ 000$ es flujo turbulento (caótico y desordenado).

Con todas estas consideraciones se puede determinar el factor de fricción(f) en el **DIAGRAMA DE MOODY**.

En reemplazo del diagrama de MOODY puede utilizarse la ecuación de COLEBROOK

$$f_{CALC}^{-0,5} = -2 \log \left[\frac{2,51}{Re \sqrt{f_{asumido}}} + \frac{\varepsilon}{3,71} \right]$$

donde: f_{CALC} , es el coeficiente de fricción calculado

$f_{asumido}$, es el coeficiente asumido entre [0.01 - 0.02]

ε , es la velocidad relativa igual a la rugosidad de la pared interior de la tubería / diámetro interior de la tubería.

Para las coeficientes K_i o la longitud equivalente (Ver anexo B).

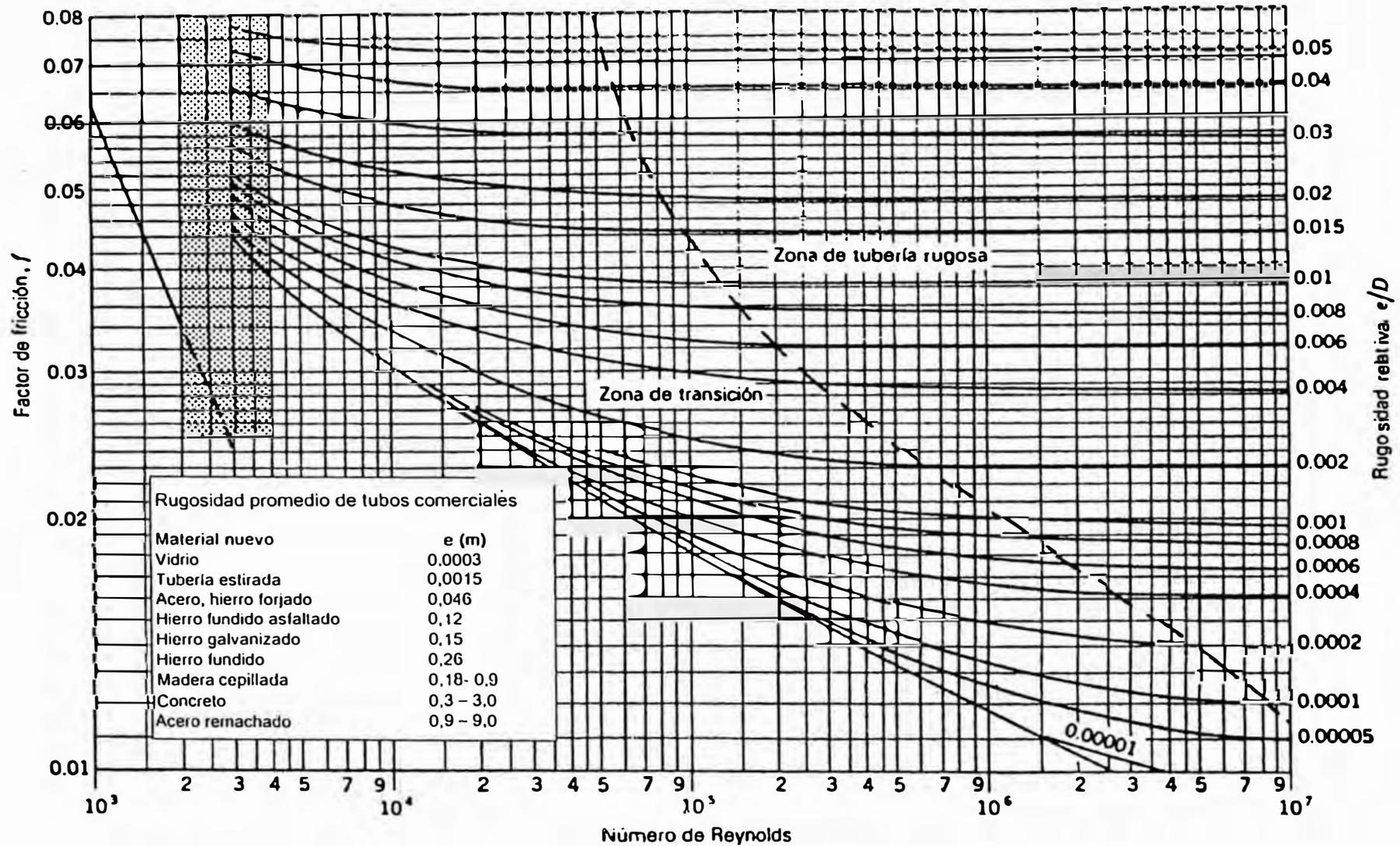


Figura N° 2.22 Diagrama de Moody

2.6 CRITERIOS BASICOS PARA LA SELECCION DE UNA BOMBA CENTRIFUGA

Para seleccionar una bomba en general se debe de tener el siguiente proceso:

2.6.1 Datos requeridos:

Se tiene que hacer un estudio de la instalación con el fin de determinar los datos necesarios para proceder a la selección de la bomba.

Por lo general estos datos son:

Caudal o flujo volumétrico, el cual se determina en base a los requerimientos del sistema.

Curva del sistema y altura correspondiente al caudal Nominal.

Naturaleza o características del fluido a transportar:

* Viscosidad

* Densidad

* Corrosividad

* Volatilidad

* Cantidad de partículas en suspensión, etc.

Altura de aspiración

2.6.2 Gráfico de Selección

En la siguiente figura se dispone de un método para descartar alternativas, con los datos de altura efectiva y caudal, se busca en el gráfico las alternativas posibles.

Este gráfico toma como base estos dos parámetros, por lo tanto sólo nos sirve como pauta y no se debe de tomar rígidamente.

En general, para el suministro de agua limpia se puede utilizar de preferencia las bombas centrífugas, dada su simplicidad como mecanismo, lo que hace de su operación y mantenimiento más sencillos. Las bombas centrífugas se las utiliza incluso para caudales inferiores a los que recomendaría el gráfico, a pesar de ser menos eficiente que otros tipos de bombas.

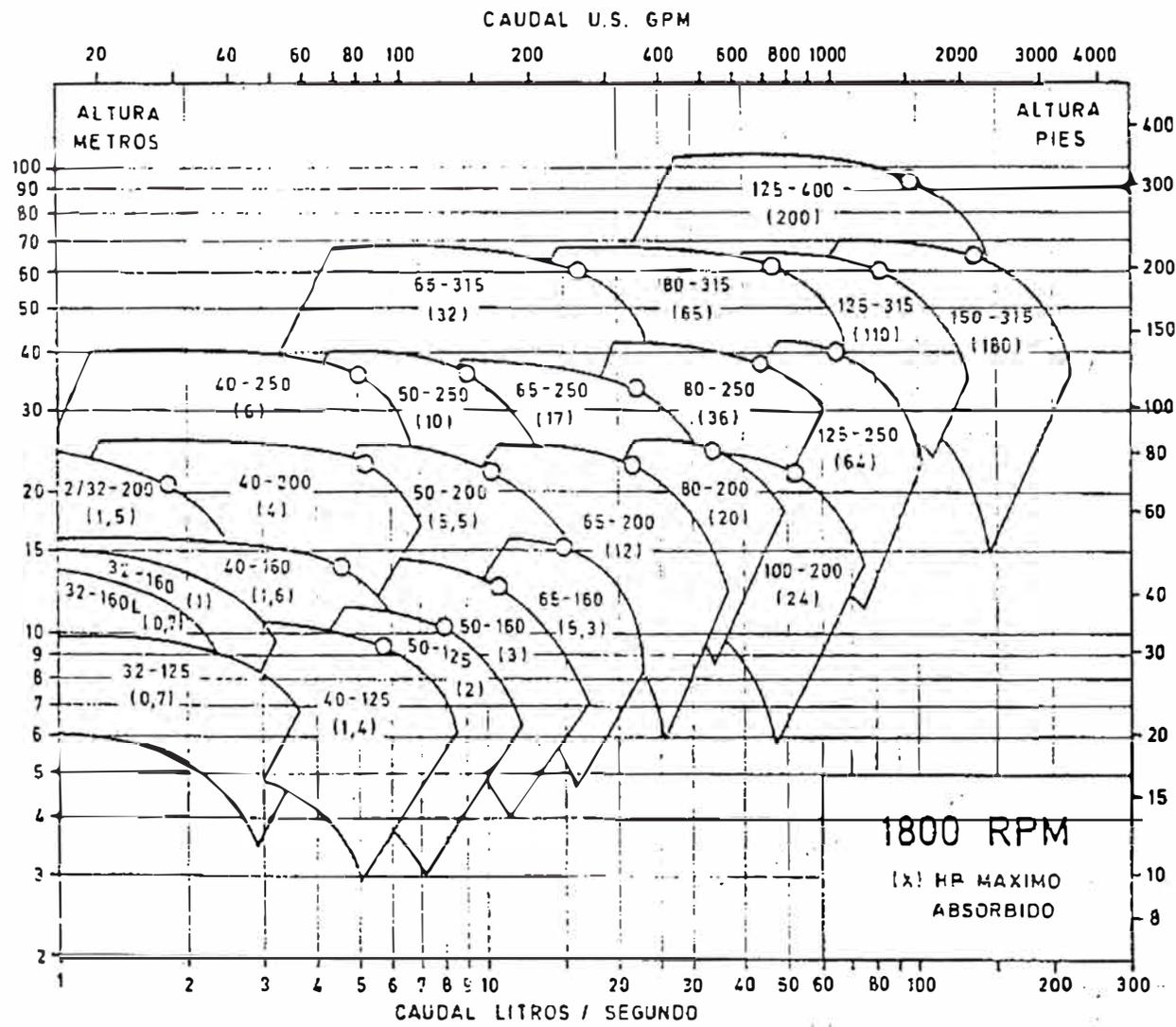


Figura N° 2.23 Gráfico de selección de bombas

2.6.3 Material de las Bombas

Tiene que ser el adecuado para el fluido a transportar. Es conveniente consultar al fabricante si el material de su bomba se ajusta a lo requerido.

2.6.4 Catálogos Específicos

En función a la información previa, se va a los catálogos específicos del tipo de bombas que uno considera la mejor opción. Si más de un tipo de bomba es factible de usar se requiere un mayor estudio, incluyendo la evaluación económica.

2.6.5 Selección de una bomba Centrífuga

Todos los fabricantes de bombas, suelen preparar gráficos de H Vs Q en donde se presentan las curvas de todas sus bombas, de acuerdo al tipo que tienen estandarizados. Con la **altura efectiva** y el **caudal** uno busca en ese gráfico la bomba centrífuga que mejor se adapte a los requerimientos buscados.

En la siguiente figura se muestra un gráfico de selección de electrobombas centrífugas monoblock (la bomba y el motor forman una unidad compacta). Ejemplo:

- 1.- Para un caudal $Q = 2 \text{ L /s}$ y una altura $H = 45 \text{ m}$, se escoge una bomba Hidrostral 32-1602 que tiene una potencia = 6HP
velocidad = 3600 RPM

- 2.- Para un caudal $Q = 4 \text{ L /s}$ y una altura $H = 20\text{m}$. Se escoge una bomba hidrostral modelo:40-200 que tiene una potencia = 4 HP
velocidad =1800.RPM

2.6.6 Evaluación Económica

Si existe más de una opción disponible, la decisión final se tendrá que tomar sobre la base de una evaluación comparativa económica, teniendo presente los costos de compra y el tiempo de vida estimado para las bombas. Ejemplo de selección de una bomba centrífuga.

CURVAS

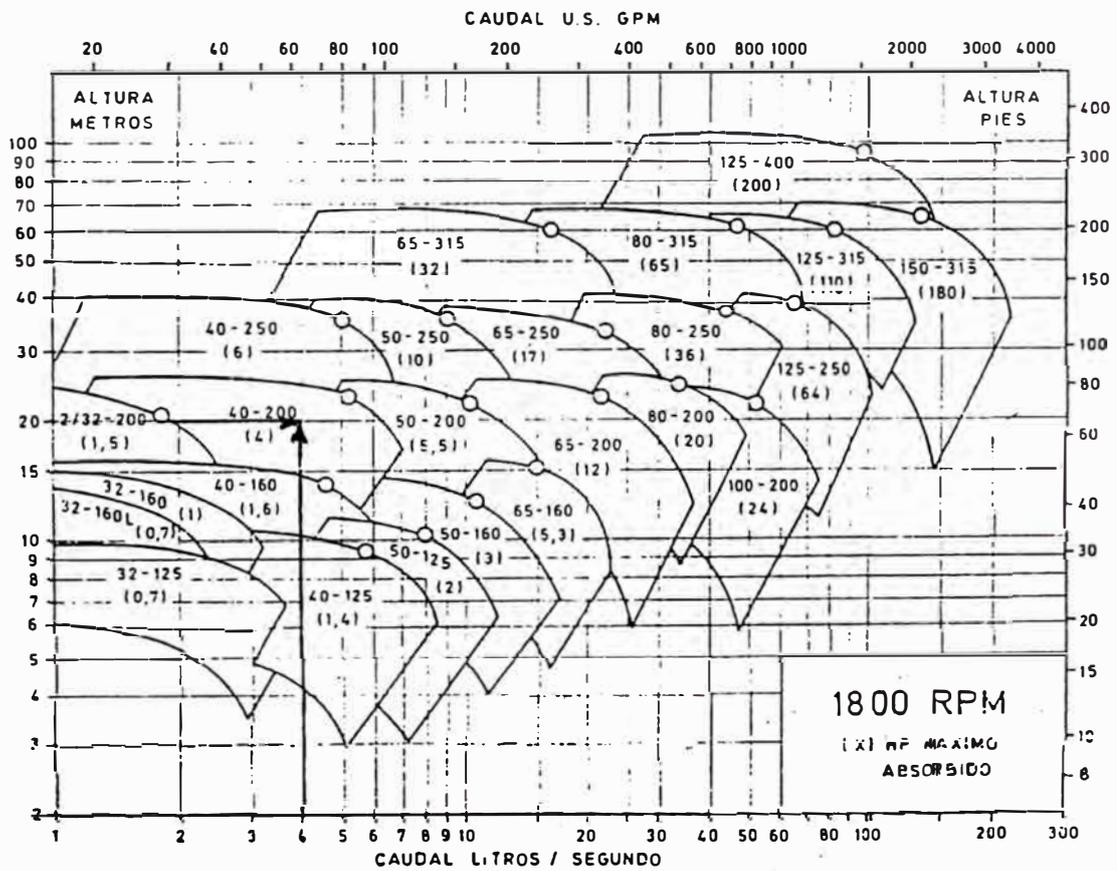
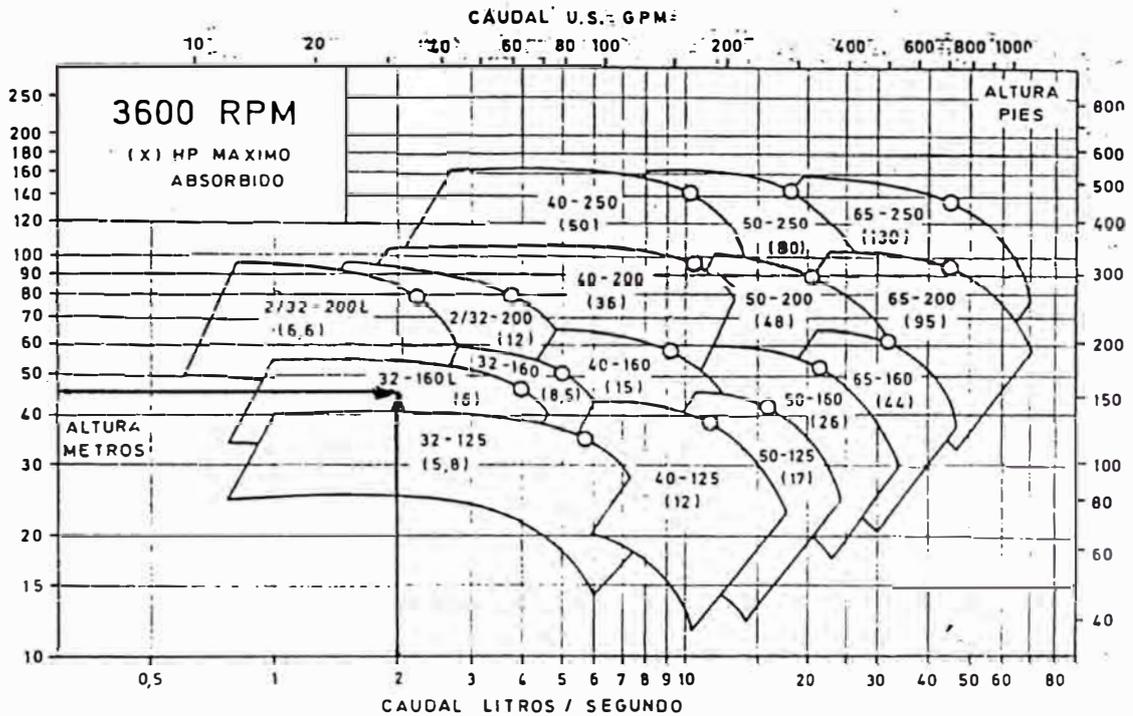


Figura N° 2.24 Selección de electrobomba centrífuga

CAPITULO III

DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

Los equipos de bombeo se encuentran en las distintas agencias de la entidad bancaria. Ver anexo C1.

3.1 EQUIPOS QUE POSEE LA OFICINA CENTRAL LIMA

3.1.1 Para el sistema de agua potable

Para dotar de agua a todas las instalaciones del edificio de la agencia, ésta cuenta con dos formas; las cuales necesitan de dos cisternas de 24 m³ cada una.

La primera es mediante el uso de dos electrobombas que funcionan en forma alternada y elevan el agua hasta dos tanques elevados de 27 m³ cada una, y la otra forma es mediante un equipo hidroneumático con un tanque de 500 galones (1,892 m³) de capacidad, el cual abastece directamente a las instalaciones de agua; este equipo también funciona con dos bombas en forma alternada.

Ambos equipos están controlados mediante un tablero eléctrico.

Estas cisternas también sirven para que funcione el equipo de bombeo contra incendios, el cual consta de una sola bomba.

3.1.2 Para el sistema de aguas servidas

Este sistema funciona con un pozo séptico y dos bombas en forma alternada para que su contenido sea desplazado a la red pública de desagüe.

3.2 CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

A continuación se describe los equipos de acuerdo a su placa. Para mayores detalles ver (Anexo C3).

3.2.1 Electrobomba - Tanque Elevado

Marca.....Hidrostatl
 Norma.....ISO/DIS 2858
 Modelo32 – 160 – 6.6
 N° SerieNo legible (ambos)
 Caudal5 L /s
 Altura dinámica.....40 m
 Diámetro de succión / descarga..50 / 32 mm.
 N° De unidades.....Dos

Corriente de placa.....	18,4 A
Corriente medida.....	10,5 A
Construcción.....	Hermética
Cojinetes.....	De bolas
Rotores.....	Jaula de ardilla
N° De unidades.....	Dos

3.2.2 Equipo Hidroneumático

Capacidad.....	500 galones(1,892 m ³)
Bombas.....	Dos
Marca.....	Hidrostral
Modelo.....	32 – 125 (4,8 HP)
Caudal.....	3 L / s
Altura dinámica total.....	40 m
Diámetro succión /descarga:	50 / 32 mm

Características metalúrgicas

Son las mismas que de las bombas anteriores.

Motor

Marca.....	Delcrosa
Modelo.....ambos.....	NV – 100 L

N° De serie.....M1.....:No legible
.M2:13129M12
Potencia.....:4,8HP
Velocidad.....:3 500 RPM
Tensión..... :220 V
Corriente.....:Ambos.....:13,6 A
Corriente de arranque..M1.. 25 A
. M2...:26 A
N° De unidades.....:Dos

Compresora

Marca.....:Jacuzzi
Potencia.....: 1/2 HP
Tensión.....: 220 V
Presión de trabajo.....: 30-50-psi

Presostato

Marca.....:Squared
Rango.....: 20-70 psi (1,4 – 4,8 bar)
N° De unidades.....: Una

Tablero Eléctrico

Está diseñado para operar el equipo de tanque elevado, el equipo hidroneumático y la compresora.

Marca.....Manelsa
 Tipo.....Autosoportado
 Arrancado.....Directo
 Elemento de protección.....Relay térmico (11 A)
 Accionamiento.....Automático y manual
 Accesorios.....Luz de señalización de
 fallas

Control de Niveles

Tipo.....Radar o electrodo
 Conexión.....Enseriado y al tablero

3.2.3 Equipo contra incendio

Funciona también con la cisterna y tiene una bomba de eje libre.

Marca.....Hidrostral
 Modelo.....40- 125 (12 HP)
 Caudal.....10 L / s
 Altura dinámica.....30 m

Diámetro de succión /.....:65 / 40 mm.
descarga

N° De unidades.....Una

Características metalúrgicas

Son las mismas que es de las bombas anteriores.

Motor

Marca.....Delcrosa

Modelo.....NV1325

N° De serie.....ilegible

Potencia.....12 HP

Velocidad.....3 500 RPM

Tensión.....220 V

Corriente de placa.....34 A

Corriente medida.....20 A

Guarda motor.....Protección para el motor

Tablero eléctrico

Compuesto por:

- Tres Contactores.....Marca....:L k n s
- Un Relé.....Marca...: L k n s Rango: 10-16 A
- Una botonera.....:Start – Stop
- Arrancador.....:Estrella triángulo.

3.2.4 Equipo para el pozo séptico

Está equipado con dos bombas sumideras verticales para sólidos tipo VN.

Marca.....Hidrostal Tipo VN.

Modelo.....D4K _ HS (6,2 HP)

Caudal.....20 L / s

Altura dinámica.....15 m.

Diámetro de succión.....4 pulgadas / 4 pulgadas
/ descarga (100 mm / 100 mm)

Unidades.....Dos

Características metalúrgicas

Caja.....Fierro fundido gris

Tapa.....Fierro fundido gris

Camiseta.....Fierro fundido gris

Anillo de desgaste.....Fundición Hidro hard

Tapa de limpieza.....Fierro fundido gris

Impulsor.....Fierro fundido nodular

Brida del impulsor.....Fierro fundido nodular

Eje de la bomba.....Acero al carbón

Pieza intermedia.....:Fierro fundido gris

Tubo Columna.....:Acero al carbono para tubo

Eje Columna.....Acero al carbón

Soporte.....: Fierro fundido gris

Motor

Marca.....Delcrosa
Modelo.....NV112M4
N° De serie.....ilegible
Potencia.....6,6 HP
Velocidad.....1 800 RPM
Tensión.....220 V
Corriente.....: 13,4 A
N° De unidades.....: Dos

Tablero eléctrico

Consta de 2 conmutadores :.I – 0 – II
Una llave magnética de.....3 x 100 A
Dos contactores 1 Kns de....25 A
Un contactor auxiliar de.....9 A
Un fusible de.....6 A
Dos relés de16 – 25 A

Cisternas

Capacidad.....24m³
N° de unidades.....Dos

Tanque alto

Capacidad.....27m³

N° De unidades.....Dos

Accesorios

Válvula de pie. – También llamada canastilla, se coloca en el ingreso de la tubería de succión y permite que el flujo no retorne y ,además , filtrar al líquido de partículas que puedan dañar las partes internas de la bomba.

Válvula Check. – Estas permiten el flujo en un solo sentido y de esta manera evitar el retorno, se coloca a la salida de la bomba, en la tubería de impulsión o descarga.

Válvula Compuerta . - Son válvulas que permiten controlar el flujo y generalmente trabajan totalmente abierta o totalmente cerrada. Se colocan a la salida de la bomba en la tubería de impulsión.

Tuberías de impulsión y de succión

Reducción excéntrica. – Se coloca en al tubería de succión de la bomba y sirve para evitar que ingrese aire en

la succión, lo que traería como consecuencia la reducción de caudal y la cavitación.

Reducción concéntrica. – Se coloca en la tubería de descarga para aumentar la presión del fluido.

3.3 EVALUACION DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO

Esta evaluación se realizó el 12 de Agosto de 1,993, diez días antes de firmar el contrato de **Mantenimiento Preventivo**, (24-08-93) en la sala de bombeo de la **Oficina Central Lima**.

DESCRIPCION	OBSERVACIONES
A Electrobomba –tanque elevado	
Electrobomba (1) Hidrostal.....	Se encontró funcionando
Modelo: 32-160-6.6 (6,6 HP).....	Funcionaba sin ningún problema
Motor : Delcrosa	
Modelo : NV 112M2	
Electrobomba (2) Hidrostal.....	Funcionaba sin ningún problema
Modelo : 32-160-(6,6 HP)	

DESCRIPCION**OBSERVACIONES**

Motor: Delcrosa

Modelo : NV112M2

Tablero eléctrico.....En buen estado

Cisterna (2) de 24m cada uno.....Se encontraba en buen

Estado, así como el control
de niveles de mercurio.

Tanque elevado (2) de 27m³ cada
uno instalaciones.....En buen estado

B Electrobomba para equipo hidroneumático

Electrobomba (1) Hidrostal.....Se encuentra en buen estado

Modelo : 32-125 (4,8HP)

Motor : Delcrosa

Modelo : NV 100L

Electrobomba (2) Hidrostal.....Se encuentra en buen estado

Modelo 32-125 (4,8 HP)

DESCRIPCION	OBSERVACIONES
Motor : Delcrosa	
Modelo : NV –100L	
Tanque de 500 galonesEn buen estado
Compresora Jacuzzi.....	En buen estado
Con motor de ½ HP.....	El presostato, necesita cambiarse
Tablero eléctrico.....	En buen estado
Cisterna.....	En buen estado

C Equipo para agua contra incendio

Bomba de eje libre.....Su funcionamiento es irregular, necesita engrasar los rodajes

Marca : Hidrostral

Modelo : 40-125 (12HP)

Motor : Delcrosa

Modelo : NV – 132 s (12HP)

Tablero eléctrico.....En buen estado

Cisterna.....:En buen estado

D Equipo para el pozo séptico

Electrobomba vertical (1) tipo VN.....:Su funcionamiento es normal
modelo D4K-Hs (6,2HP)

Motor : Delcrosa

DESCRIPCION**OBSERVACIONES**

Modelo : NV112M4

Electrobomba vertical (2) tipo VN...: Necesita mantenimiento

Modelo : D4k-Hs (6,2 HP)

correctivo por mal estado de los rodajes.

Motor : Delcrosa

Modelo : NV112M4

:El recipiente de aceite presenta gotas de agua en la bomba.

Tablero eléctrico:..... En buen estado

Pozo séptico.....:En buen estado el control de nivel.

3.4 DESCRIPCION DEL SERVICIO DE MANTENIMIENTO

3.4.1 Mantenimiento correctivo por reemplazo

Cuando se presenta un evento de falla, en uno de los equipos de bombeo de alguna de las agencias del Banco, la persona encargada de la agencia (Coordinador) efectuará la llamada a la oficina de la empresa proveedora del servicio de mantenimiento, reportando el problema, que su personal u operador de los equipos no pudo resolver.

Entonces, el personal técnico de la empresa proveedora del servicio, deberá llegar a la agencia con problemas, en un lapso no mayor de 2 horas, después de haber recibido el reporte de la agencia, en dos horas, de lunes a sábado de 8 am a 5pm.

Se realizará una **revisión técnica** del equipo, se realizarán las reparaciones de primer nivel y si es necesario se reemplazará el equipo, por uno que este operativo del Stock.

Los equipos averiados, serán trasladados al centro de reparaciones del servicio de mantenimiento, para ser reparados y luego nuevamente ser reinstalados en su lugar respectivo de operación, previa prueba.

3.4.2 Mantenimiento correctivo

La reparación de los equipos de bombeo será efectuada en el **centro de reparación** de la empresa proveedora del servicio. Dicha intervención consistirá básicamente en el reemplazo de las partes y accesorios que en un diagnóstico inicial de falla reportada y cuando es desarmado el equipo. Esta operación estará a carga del ingeniero mecánico y técnicos en mantenimiento de estos equipos.

Una vez terminado la operación de reparación, se emitirá un reporte de falla, que se ingresará a la base de datos, para efectos estadísticos, y el equipo será puesto nuevamente al servicio.

Este servicio será efectuado para todos aquellos equipos intervenidos y reportados, a la empresa proveedora de mantenimiento. Asimismo todo equipo que llega al centro de reparaciones para ser intervenidos se le someterá a una rutina de mantenimiento.

3.4.3 Mantenimiento Preventivo

Este servicio, se ha programado para todo los equipos comprometidos en el servicio de mantenimiento y se efectúa de conformidad con un cronograma de mantenimiento; de acuerdo al fabricante de cada equipo.

El servicio se efectuará por agencia, garantizándose que por **Rutina de Mantenimiento** se intervendrá cada equipo, cuando menos cada tres meses o tres veces al año. (en nuestro caso esta rutina fue trimestral).

Los equipos de bombeo con más de cuatro intervenciones mensuales serán sometidas a un mantenimiento preventivo, en la que se realizarán cambios esenciales de cada equipo (over hold) correspondiente, por ejemplo, partes rotativas (ejes, rotores, rodajes, cables), etc.

CAPITULO IV

MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

Por medio de una serie de visitas técnicas a varias de las agencias bancarias, se llegó a obtener un contrato de servicio de mantenimiento preventivo, de sistemas de bombeo para doce (12) agencias de Lima Metropolitana. En el contrato se indican los alcances del servicio de mantenimiento que se le debería realizar. (ver Anexo C).

- a.- Revisión de contactores y relés
- b.- Medición de las corrientes
- c.- Limpieza de los contactores
- d.- Revisión de los controles de nivel
- e.- Ajuste de prensaestopa
- f.- Lubricación por grasera (en los casos que utilizan los equipos de lubricación por grasa)
- g.- Mano de obra para la ejecución del servicio incluye todos los pagos, beneficios y leyes sociales, pasajes del personal, insumos y materiales, tales como grasa, waípe, teflón, etc.

El contrato establece dos acciones

- 1.- La frecuencia trimestral del mantenimiento, para revisar el estado de los equipos, lubricación medición y otros, para que funcionen dentro de sus parámetros establecidos.

- 2.- Acercarse a las instalaciones, a solicitud del propietario, realizar las evaluaciones del sistema de bombeo y presentar un Informe Técnico del caso y adjuntar la cotizaciones de los trabajos a realizar que no figuran en el contrato (mantenimiento correctivo).

4.1 DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE BOMBEO

Los cuadros siguientes muestran la acción "1" para la agencia Central Lima. De manera similar se trato a las demás agencias (ver anexo D1, D2).

CUADRO N° 4.1: EVALUACION TECNICA TRIMESTRAL DE LA AGENCIA CENTRAL LIMA

AGENCIA	Tipo de Bomba	Serie	IN	IT	Sello mecánico	Rodajes	Aislamiento	Control N. Cisterna	Control N. Tanque	Llave	Tablero	Observaciones
Agencia Central Lima 10:00 2/6/93	B1 Hidrostal 6.6 Hp Motor Delcrosa	Tipo: NV112M2	18,2A	I1:11 I2:11A I3:11,2	A	C	A	Tipo mercurio A	Tipo mercurio A	Termomagnética 3 x 60A	Tablero para 4 bombas Contactor telemecanique 60A Contactor LKNS 60A Relé LKNS 16-25A Relé LKNS 16-25A	Para tanque elevado y cisterna # 2
	B2 Hidrostal 6,6 HP Motor Delcrosa	Tipo: NV112M2	18,4A	I1:11,5 I2:11,6 I3:11A	A	A	A			Termomagnética 3 x 60A	1 contactor auxiliar LNKS 9 A. 2 LUCES SEÑALIZADORAS 2 cONMUTADORES i-0 ii 2 termomagnéticas 3 x 60A 1 termomagnética 3 x 100A	
	<u>Equipo Hidron.</u> B3 Hidrostal 4, 8 HP Motor Delcrosa		13,6A	I1:10,5 I2:8,5 I3:8A	A	A	A	Tipo mercurio A	Tipo electrodo A	Termomagnética 3 x 60A	2 luces señalizadoras 2 cONMUTADORES i-0 ii II 1 termomagnética 3 x 20A 1 termomagnética 3 X 30A 1 fusible 6A	tanque de 1,500 galones. El sistema de inyección de aire no está trabajando debido a problemas en el conexionado de los cables del tabero. El exceso de vibración del motor ha ocasionado este problema. Se recomienda mantenimiento a la unidad de inyección de aire. Es necesario cambiar el prèssostato. No trabaja ni en manual ni en automático. Se envio proforma 15/06/93
	B4 Hidrostal 4,8 HP Motor Siemens		13,6A	I1:10A I2:10A I3:8,5A	A	A	A			Termomagnética 3 x 30	2 relés LKNS 10-16A 1 Auxiliar 9A 1 Control de nivel	
	<u>COMPRESORA</u> 1/2 HP			I1 3,6A I2 3,6A				Presostato C		tipo electrodo 2 fusibles 10A 1 relé LKNS 4 - 6,3A 1 contactor telemecanique 16A	Presostato defectuoso, es de 40-60 psi.	

CUADRO Nº 4.1: EVALUACION TECNICA TRIMESTRAL DE LA AGENCIA CENTRAL LIMA (continuación)

AGENCIA	Tipo de Bomba	Serie	IN	IT	Sello mecánico	Rodajes	Aislamiento	Control N. Cisterna	Control N. Tanque	Llave	Tablero	Observaciones
Agencia Central Lima	SUMIDERAS Hidrostat eje vertical 6,6 HP Motor Delcrosa	Tipo NV112M4	19A	I1:13,5 I2:13,5 I3:13,2		A	A	Tipo PENN de varilla A		Termomagnética 3 x 50	2 conmutadores I-0-II 1 llave termomagnética 3 x 100A 2 llaves termomagnéticas 3 x 50 2 contactores LKNS 25A 1 auxiliar 9A 1 fusible 6A	
	Hidrosatl I 6,6 HP Motor delcrosa	Tipo NV112M4	19A	I1:13,8 I2:13A I3:13A		A	A	Tipo PENN de varilla A		Termomagnética 3 x 50		
10:00 2-Jun-93	BOMBA CONTRA INCENDIOS Hidrosatl eje libre 12HP Motor delcrosa	Tipo NV13252	34A	I1:21A I2:22A I3:22A	C PRENSAESTOPA	A	A	Tipo mercurio A			Arrancador estrella triángulo 1 fusible 16A 3 contactores LKNS 1 relé LKNS 10-16A Botoneras start stop	El prensaestopa gotea
	ALARMA							Tipo mercurio A				Trabaja para todos los equipos.

CUADRO N° 4.1: EVALUACION TECNICA TRIMESTRAL DE LA AGENCIA CENTRAL LIMA (continuación)

AGENCIA	Tipo de Bomba	Serie	IN	IA	IT	Rodajes	Sello mecanico	Aislamiento	C: NIVEL CISTERNA	C: NIVEL TANQUE ELEVADO	LLAVE	TABLERO	OBSERVACIONES	
OFICINA CENTRAL LIMA 12-Ago-93	BOMBAS DE AGUA													
	Hidrostal 6.6HP motor delcrosa	NV112M2	18,2A	36A	1:10,5 2:10,5 3:11a	A	A	50M / 250V B			termomagnética 3 x 60A	TABLERO PARA 4 BOMBAS 1 contactor telemecanique 60A 1 contactor LKNS 60 2 relé LKNS 16-25 1 contactor auxiliar LKNS 9A 2 luces señalizador 2 conmutadores I-0-II 1 termomagnética 3 x 100A	Para tanque elevado y cisterna # 2	
	Hidrostal 6,6 HP Motor delcrosa	NV112M2	18,2	36A	1:11,5 2:11,5 3:10,5	A	A	A	Mercurio A	Mercurio A	termomagnética 3 x 60A			
	EQUIPO HIDRONEUMATICO													
	Hidrostal 4,8 HP Motor delcrosa		13,6A	25A	1: 2: 3:	A	A	A			Termomagnética 3 x 20	2 luces señalizador 2 conmutadores I-0II 1 fusible 6A 2 relés LKNS 10-16 1 auxiliar 9A 2 contactores 16A 2 fusibles 10A 1 relé LKNS 4-6 3A 1 contactor telemanique 16A	El presostato de ella compresora necesita ser cambiado. Es necesario cambiar la caja de control de nivel tipo electrodo, porque en ciertas oportunidades queda abierto.	
	Hidrostal 4,8 HP Motor Delcrosa		13,6A	25A	1: 2: 3:	A	A	A	Mercurio A	Electrodo C	Termomagnética 3 x 30			
COMPRESORA 1/2 HP														
SUMIDERAS VERTICALES														
Hidrostal 6,6HP Motor Delcrosa	NV112M4	19A	42A	1:13,5 2:13,5 3:13,5	A	A	A	Penn Tipo varilla A	Mercurio A	termomagnética 3 x 50	2 conmutadores I-0-II 1 termomagnética 3 x 100A 2 contactores LKNS 25 A 1 auxiliar 9A	La bomba 2 necesita mantenimiento por encontrarse en mal estado los rodajes. El recipiente de aceite presenta gotas de agua en la bomba, se recomienda realizarle mantenimiento.		
Hidrostal 6,6HP	NV112M4	19A	44A	1:13 2:13 3:12,5	C	A	A	Penn varilla A	Mercurio A	termomagnética 3 x 50	1 fusible 6A			

CUADRO N° 4.1: EVALUACION TECNICA TRIMESTRAL DE LA AGENCIA CENTRAL LIMA (continuación)

AGENCIA	Tipo de Bomba	Serie	IN	IA	IT	Rodajes	Sello mecanico	Aislamiento	C: NIVEL CISTERNA	C: NIVEL TANQUE ELEVADO	LLAVE	TABLERO	OBSERVACIONES
OFICINA CENTRAL LIMA 12/08/1993	CONTRA INCENDIOS Hidrostral eje libre 12HP Motor Delcrosa	NV13252	34A	50A	1.20A 2.20A 3.22A	A	Prens A	A	mercurio A			ARRANCADOR Estrella triángulo 1 fusible 16A 3 contactores LKNS. 1 relé LKNS 10-16A botoneras start -stp.	

CUADRO N° 4.1: EVALUACION TECNICA TRIMESTRAL DE LA AGENCIA CENTRAL LIMA (continuación)

AGENCIA	Tipo de Bomba	Serie	IN	IA	IT	Rodajes	Sello mecanico	Aislamiento	C NIVEL CISTERNA	C NIVEL TANQUE ELEVADO	LLAVE	TABLERO	OBSERVACIONES	
OFICINA CENTRAL LIMA 22/11/1993	BOMBAS DE AGUA													
	Hidrostal 6,6HP	108372M11	18,4	35A	11A	A	A	A	Mercurio A	Mercurio A	Termomagnética 3 x 60A	TABLERO PARA 4 BOMBAS 1 contactor tele 60A 1 contactor LKNS 60A 2 relés LKNS 16-25A 1 auxiliar LKNS 9A 2 luces señalizadoras 2 conmutadores I-0-II 1 termomagnética de 3 x 100A 2 luces señalizadoras 2 conmutadores I-0-II	Ninguna	
	Hidrostal 6,6HP	113973M11	18,4	38A	10,5A	A	A	A			Termomagnética 3 x 60A			
	EQUIPO HIDRONEUMATICO													
	Hidrostal 4,8HP Motor delcrosa		13,6	27A	6,5A	A	A	A			Termomagnética 3 x 20A	2 relés LKNS 10-16 2 contactores 16A 2 fusibles 10A 1 relé LKNS 4-6,3A 1 contactor tele 16A	? Se sugiere mantenimiento de bomba 2,	
	Hidrostal 4,8HP Motor siemens		13,6	28A	6,8A	A	AA	50M/250v	Mercurio A		Termomagnética 3 x 20A			
SUMIDERAS														
2 bombas eje libre	NV112M4 NV112M4			50A 52A	13,5A 13A	A A		A A	Penn varilla A Penn varilla A		Termomagnética 3 x 50 A Termomagnética 3 x 50 A	2 conmutadores I-0-II 1 termomagnética de 3 x100A 2 contactores LKNS 25A 1 auxiliar 9A 1 fusible 6A	Urge mantenimiento de boma y motor. Los rodajes presentan fuerte sonido La bomba no está operativa al 100 la luneta prensaestopa no está trabajando sólo un perno trabaja en la sujeción.	
CONTRA INCENDIOS														
Hidrostal eje libre 12HP	NV13252	34A	50A	20A	B	Prens C	A		Mercurio A			ARRANCADOR Estrella triángulo 1 fusible 16A 3 contactores LKNS 1 relé LKNS 10- 16A Botoneras start stop	Bomba operativa.	

4.2 FALLAS, CAUSAS Y SU CORRECCIÓN

Las fallas se detectan al momento de realizar las inspecciones como por ejemplo, la realizada en la oficina central Lima el día 27/03/95.

Fecha de visita: 27-03-95

XII.- OFICINA CENTRAL LIMA

I.- BOMBAS PARA TANQUE ELEVADO

Potencia: 6,6HP

Series B1: 108372M11

B2: 113973M11

OBSERVACIONES

- Cambiar un niple de 2" en la descarga de la bomba N° serie : 108372M11
- La alarma del control de nivel de emergencia no funciona.
- En la succión hay válvulas de 4" y de 3" que presentan fugas de agua por las empaquetaduras.

II.- EQUIPOS HIDRONEUMATICO

Potencia : 4,8 HP

Serie : No tiene

B1: Motor Siemens

B2: Motor Delcrosa

OBSERVACIONES

- Cambiar un niple picado de 1 1/2" en la descarga de la bomba con motor Siemens.
- Goteo por la junta de expansión de descarga.
- Fuga de agua por la empaquetadura de brida de 4" (succión) de la bomba.

BOMBAS SUMIDERAS VERTICALES

Marca: Hidrostral

Potencia: 6,6HP

OBSERVACIONES

- No trabaja la alarma de emergencia de control del nivel del pozo séptico.
- Cambiar un contactor en el tablero alternador . Un contactor está totalmente suelto.
- Las bombas no están trabajando en automático alternado.

IV BOMBA CONTRA INCENDIO

Bomba de eje libre

Potencia : 12 HP

Marca : Hidrostral

OBSERVACIONES

La válvula de succión de 3" tiene fuga de agua por el manubrio, hay que cambiarle la empaquetadura.

Los manuales o catálogos proveen de la información necesaria para la determinación de las causas de la falla o avería, así como su solución. La continuidad en el servicio de mantenimiento da cierta experiencia de la cual se derivan las acciones a realizar.

Un listado mas completo puede verse en el Anexo E.

En base a lo anterior se remite el informe técnico al propietario, adjuntando la cotización de las reparaciones a llevarse a cabo.

Comunicación N° 4.1 Informe Técnico

Comunicación N° 4.2 Cotización

El siguiente cuadro nos muestra la forma como detectar las fallas

CUADRO 4.2 UBICACION DE FALLAS , SUS CAUSAS Y SU EXPLICACION

FALLAS

CAUSAS DE LA FALLA

(Referirse a la explicación de cada número, dada posteriormente)

Bomba no da agua	1-2-3-4-6-7-9-10-15-16-33
Caudal insuficiente	1-2-3-4-5-6-7-10-13-15-16-21-22-32
Presión insuficiente	3-7-9-10-13-15-16-21-22
Bomba pierde el cebado después	

de arrancar	1-3-4-5-6
Bomba requiere potencia excesiva	8-9-10-11-12-13-16-17-18-19-20-21- 24-25-27
Prensaestopas filtra excesivamente	17-18-23-24-25-26
Desgaste anormal de la empaquetadura	17-18-23-24-25-26-27
Bomba vibra o hace ruido	1-2-6-14-16-17-18-19-20-22-26-28- 29-31
Bomba se agarrota	2-14-15-17-19-20-26
Temperatura de los rodajes sobre 70°C	10-17-18-24-26-27-28-30

Explicación

1. La bomba o el tubo de succión no están completamente llenos de líquido.
2. NPSH disponible menor que el NPSH de la bomba.
3. Cantidades excesivas de aire o gas en el líquido.
4. Bolsa de aire en la tubería de succión.
5. Filtraciones de aire en la línea de succión.
6. La entrada de la tubería de succión no está sumergida lo suficiente.
7. Velocidad demasiado baja.
8. Velocidad demasiado alta.
9. Sentido de rotación contrario.

10. Altura dinámica total (ADT) del sistema, mayor que la altura de diseño de la bomba.
11. Altura dinámica total (ADT) del sistema, menor que la altura de diseño de la bomba.
12. Densidad del líquido es diferente de la prevista en el diseño.
13. Viscosidad del líquido difiere de la prevista en el diseño.
14. Se opera a un caudal muy bajo.
15. Operación en paralelo de las bombas no adecuada para tal propósito.
16. Materiales extraños en los impulsores.
17. Desalineamiento entre bomba y motor.
18. Eje torcido.
19. Pieza giratoria haciendo contacto con pieza estacionaria.
20. Bomba agarrota, arena, etc.
21. Anillo de desgaste gastados.
22. Impulsores dañados.
23. Bocina (208) desgastada en la zona de empaquetaduras.
24. La empaquetadura o sello mecánico indebidamente instalados.
25. Empaquetaduras incorrectas para las condiciones de operación.
26. Eje fuera de alineamiento por desgaste de cojinetes.
27. Tapa de la prensaestopas demasiado apretada.
28. Falta de lubricación.
29. Anclajes sueltos.
30. Lubricación inconveniente.
31. Impulsor desbalanceado.

32. Impulsor muy chico.

33. Bomba no ha sido cebada.

Tenga presente que las causas de las fallas arriba enumeradas, pueden o no corresponder al desperfecto de su equipo; por lo que se recomienda hacerlo revisar por un experto en el servicio de equipos de bombeo.

En base a lo anterior se remite el informe al propietario, adjuntando la cotización de las reparaciones a llevarse a cabo. Ver anexo E : Informe Técnico de fecha noviembre de 1993 con cotización.

4.3 BANCO DE PRUEBAS

El banco de pruebas tiene por objetivo principal probar los equipos de bombeo reparados para verificar las características de funcionamiento.

Para tal efecto, en la prueba de un equipo, se sigue una serie de procedimientos pendientes a verificar el cumplimiento de.

- a. La curva característica H-Q
- b. La curva característica P-Q
- c. La curva característica η -Q

Donde :

Q = Caudal

H = Altura efectiva (bombeo)

P = Potencia

η = Eficiencia o rendimiento

Para ello se requiere medir las siguientes magnitudes básicas.

- Caudal
- La altura de bombeo
- La potencia eléctrica
- La corriente
- La evaluación de la potencia hidráulica
- La evaluación de la eficiencia total.

4.3.1 Metodología de la prueba

a.- Medición del Caudal (Q).- Se realiza mediante el uso de un contador volumétrico en combinación con un cronometro. Es decir, el caudal se obtiene del cociente de la cantidad del fluido registrado en el contador volumétrico y el tiempo que se empleo para ello.

b.- Medición de la altura de bombeo (H).- Se realiza mediante la presión estática en la línea de descarga, mediante un manómetro de Bourdón colocado convenientemente cerca de la salida de la bomba. Las diferentes alturas de bombeo se obtienen a partir del estrangulamiento del flujo, que se realiza mediante la válvula compuesta de la línea hidráulica.

estrangulamiento del flujo, que se realiza mediante la válvula compuesta de la línea hidráulica.

c.- Medición de la potencia eléctrica.- (Potencia al eje de la bomba)

Se obtiene de la siguiente fórmula.

$$P_{\text{eje}} = K \times V \times I \times \text{Cos}\varnothing$$

Donde :

P_{eje} = Potencia en Watts

K = 1 para motores monofásicos 1,73 para motores trifásicos.

V = Voltaje de prueba 220V.

I = Corriente A

$\text{Cos } \varnothing$ = Factor de potencia del motor (generalmente 0,9)

d.- Medición de la corriente (A).- Se realiza con la ayuda de un

amperímetro , el cual se coloca en una línea que alimenta al

motor, el cual nos da la lectura directamente en amperios.

e.- Evaluación de la Potencia Hidráulica (P_H)

La potencia hidráulica la obtenemos mediante la siguiente

fórmula:

$$p_H = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{102}$$

Donde :

P_H = Potencia hidráulico, en kW.

γ = Peso específico del líquido de trabajo, en $\text{kg} \cdot \text{f} / \text{m}^3$

Q = Caudal de bombeo, en m^3 / s

H = Altura de bombeo, en m.

- f.- Evaluación de la eficiencia total (η_t)** .- La eficiencia total (η_t) de la bomba en prueba en un punto de operación se obtiene a partir del cociente de la potencia hidráulica (P_H) y la potencia eléctrica (P_{eje}) absorbida por el motor que acciona a la bomba.

4.3.2 Banco de prueba del taller

El banco de prueba utilizado se muestra en la siguiente página, Figura N° 4.1.

Procedimiento de la prueba

Antes de conectar una bomba o electrobomba se deben de verificar algunos detalles, para la puesta en marcha del equipo.

- Los datos de placa y modelo del equipo en prueba y principalmente del voltaje de prueba.
- La parte rozante del equipo debe girar sin ninguna interferencia y con suavidad.
- La medición del aislamiento a tierra de los cables de salida del motor deben tener un valor por encima de 1 000 000 ohmios.
- La conexión de los cables de salida de la bobina del motor eléctrico deben estar adecuados al voltaje de prueba.

El procedimiento ampliado durante la prueba de los equipos de bombeo tienen cierta variación, dependiendo del tipo de electrobomba que se vaya a probar, en nuestro caso se realizó en sus modelos para agua, y para todos es similar y es el siguiente

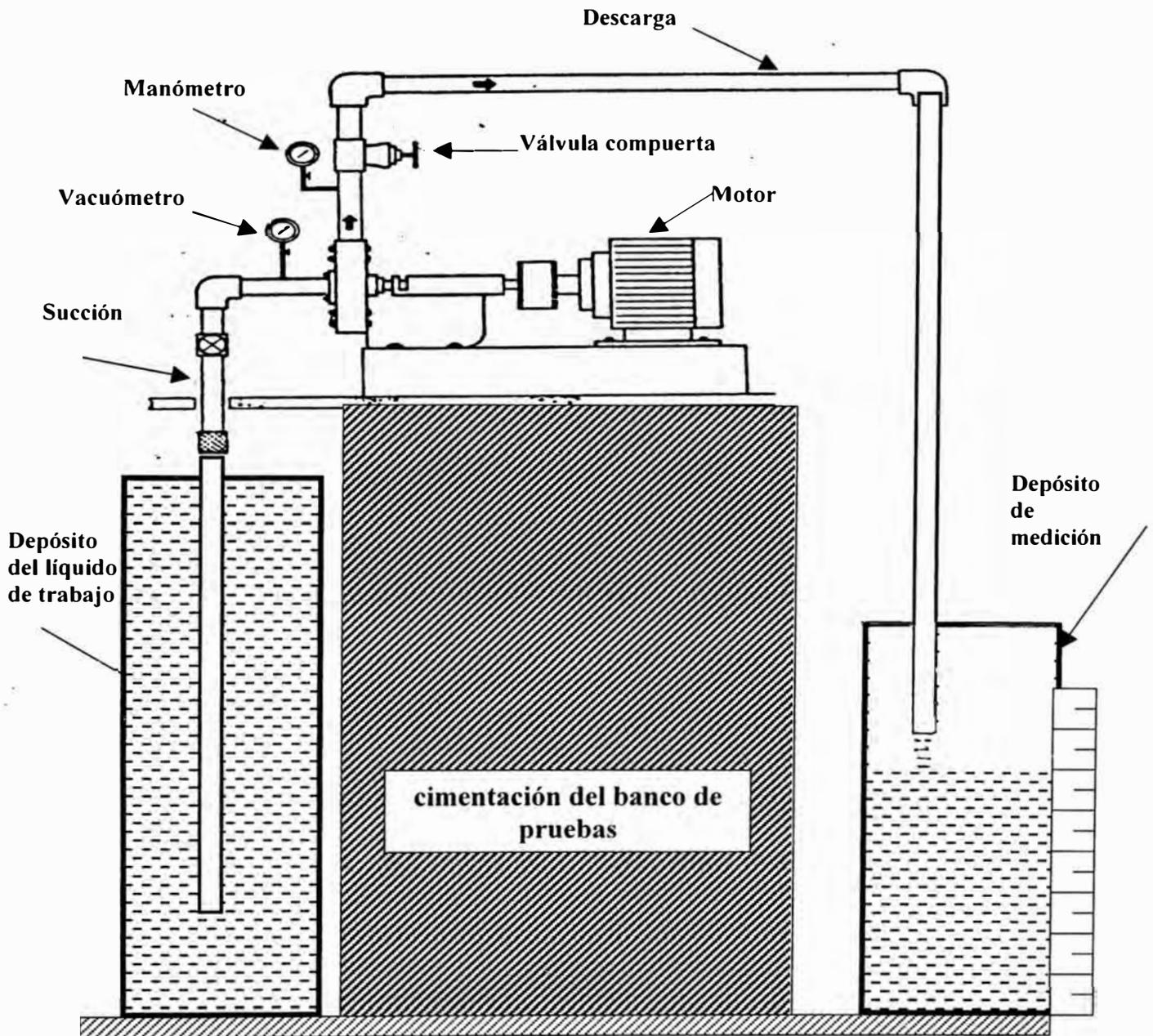


Figura N° 4.1 Banco de pruebas

(al conjunto de motor y la bomba formando una sola pieza se le denomina electrobomba.)

- 1.- Conexión de cables al tablero de arranque seleccionado y a la bornera seleccionada, según la potencia nominal del equipo.
- 2.- Puesta en marcha en vacío
- 3.- Verificación del correcto sentido de giro.
- 4.- Toma de dato de la corriente en vacío.
- 5.- Selección de los puntos de operación para la prueba. Los puntos de operación obligatorio de prueba son los siguientes :
 - Máxima presión
 - Máxima eficiencia
 - Máxima potencia absorbida
 - Máximo caudal
- 6.- Instalación del acople a la línea correspondiente al modelo de la bomba.
- 7.- Verificar que la válvula de estrangulamiento esté cerrada en sus dos tercios.
- 8.- Puesta en marcha del equipo, tomando nota de la corriente máxima de arranque.
- 9.- Operar la válvula de estrangulamiento para ir variando la altura bombeo y alcanzar los valores seleccionados en el punto 5.
- 10.- En cada punto de operación seleccionado se tomará nota a la lectura de los siguientes valores:
 - **Presión.-** Que es el parámetro fijado. Se toma en metros de altura de agua o psi.

- **Caudal.**- Se obtiene leyendo en el contador volumétrico, la cantidad de fluido (agua) bombeado en un minuto. Se registro en litros /min.
 - Amperaje.- En todas las fases del motor.
 - Voltaje.- En todas las fases del motor.
- 11.- Durante la prueba se tomara nota de algún ruido extraño en el funcionamiento del equipo, de alguna fuga o de algún otro detalle que evidencia un defecto en su ensamblaje.
- 12.- Desmontaje del equipo y sopleteado con aire seco.
13. Revisión del aceite del cárter, para verificar el correcto funcionamiento del sello mecánico inferior.
- 14.- Evaluación de datos.
- 15.- Entrega al cliente.

4.3.3 Evaluación de datos de las electro bombas y bombas probadas a las cuales se realizó el mantenimiento correctivo

El cuadro siguiente muestra algunos de los equipos de bombeo a los cuales se realizó el mantenimiento correctivo y se probó en el banco de pruebas. Se han tomado algunos puntos de prueba y graficado sobre la curva H-Q de las bombas respectivas, ver Figura N° 4.2.

**CUADRO N° 4.3. BOMBAS A LAS CUALES SE REALIZO UN MANTENIMIENTO CORRECTIVO
CON SU RESPECTIVA AGENCIA**

ITEM	AGENCIA	CARACTERISTICAS TECNICAS DE LA BOMBA	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	COSTOS S/. (Sin incluir IGV)
1	ECONOMATO VALDIVIEZO	Marca : Hidrostral Modelo : A 1C -1,4 Potencia : 1,4HP Velocidad : Serie : 91080505	- Desmontaje - Cambio de : rodaje, sello mecánico y empaquetadura. - Prueba y montaje	170
2	APOLO	Marca : Hidrostral Modelo : A 1C -0,6 Potencia : 0,6HP Velocidad : Serie : 92105016	- Desmontaje - Cambio de : rodaje, sello mecánico y empaquetadura. - Prueba y montaje	170
3	OFICINA CENTRAL LIMA	Marca : Hidrostral Modelo : 32 - 125 Potencia : 4,8HP Velocidad : 3 500 RPM Serie : No legible	- Cambio de : rodajes, sello mecánico y empaquetadura. - Barnizado de la bobina del motor.	230
4	OFICINA CENTRAL LIMA	Marca : Hidrostral Modelo : 32 - 160-6,6 Velocidad : 3 500 RPM Serie : No legible	- Cambio de : rodajes, sello mecánico y empaquetadura. - Barnizado de la bobina del motor.	230
5	AURORA	Marca : Hidrostral Modelo : B1 - 2.5 Velocidad : 3 500 RPM Serie : 8206348	- Cambio de : rodajes, sello mecánico y empaquetadura. - Barnizado de la bobina del motor.	230

4.3.4 Pruebas realizadas en el banco de pruebas

En los siguientes cuadros mostramos algunas de las pruebas realizadas a las bombas de las diferentes agencias.

CUADRO N° 4.4 Agencia Economato Valdivieso

PUNTO DE OPERACION Válvula de compuerta	CAUDAL (L / s)	PRESION DE DESCARGA psi (m)	AMPERAJE DEL MOTOR (A)
Cerrada	0	45 (31,62)	6,5
Parcialmente abierta	1,5	36 (25,3)	6,8
Totalmente abierta	2,0	30 (21,0)	7

CUADRO N° 4.5 Agencia Apolo (0.6 HP)

PUNTO DE OPERACION Válvula de compuerta	CAUDAL (L / s)	PRESION DE DESCARGA psi (m)	AMPERAJE DEL MOTOR (A)
Cerrada	0	25 (17,56)	3,8
Parcialmente abierta	1,0	19,5 (13,73)	3,9
Totalmente abierta	1,6	12 (8,43)	4

CUADRO N° 4.6 Oficina Central lima (4,8 HP)

PUNTO DE OPERACION Válvula de compuerta	CAUDAL (L / s)	PRESION DE DESCARGA psi (m)	AMPERAJE DEL MOTOR (A)
Cerrada	0	56(39,35)	14
Parcialmente abierta	2,5	52 (36,54)	13,2
Totalmente abierta	4,0	40 (28,10)	12,5

CUADRO N° 4.7 Oficina Central Lima (6,6 HP)

PUNTO DE OPERACION Válvula de compuerta	CAUDAL (L / s)	PRESION DE DESCARGA psi (m)	AMPERAJE DEL MOTOR (A)
Cerrada	0	90 (63,24)	16
Parcialmente abierta	3,8	72 (51)	17
Totalmente abierta	7,2	30 (21)	18

CUADRO N° 4.8 Agencia Aurora (2,5 HP)

PUNTO DE OPERACION Válvula de compuerta	CAUDAL (L / s)	PRESION DE DESCARGA psi (m)	AMPERAJE DEL MOTOR (A)
Cerrada	0	35 (25)	7,3
Parcialmente abierta	4	28,46 (20)	7,5
Totalmente abierta	7	12 (8,43)	7,8

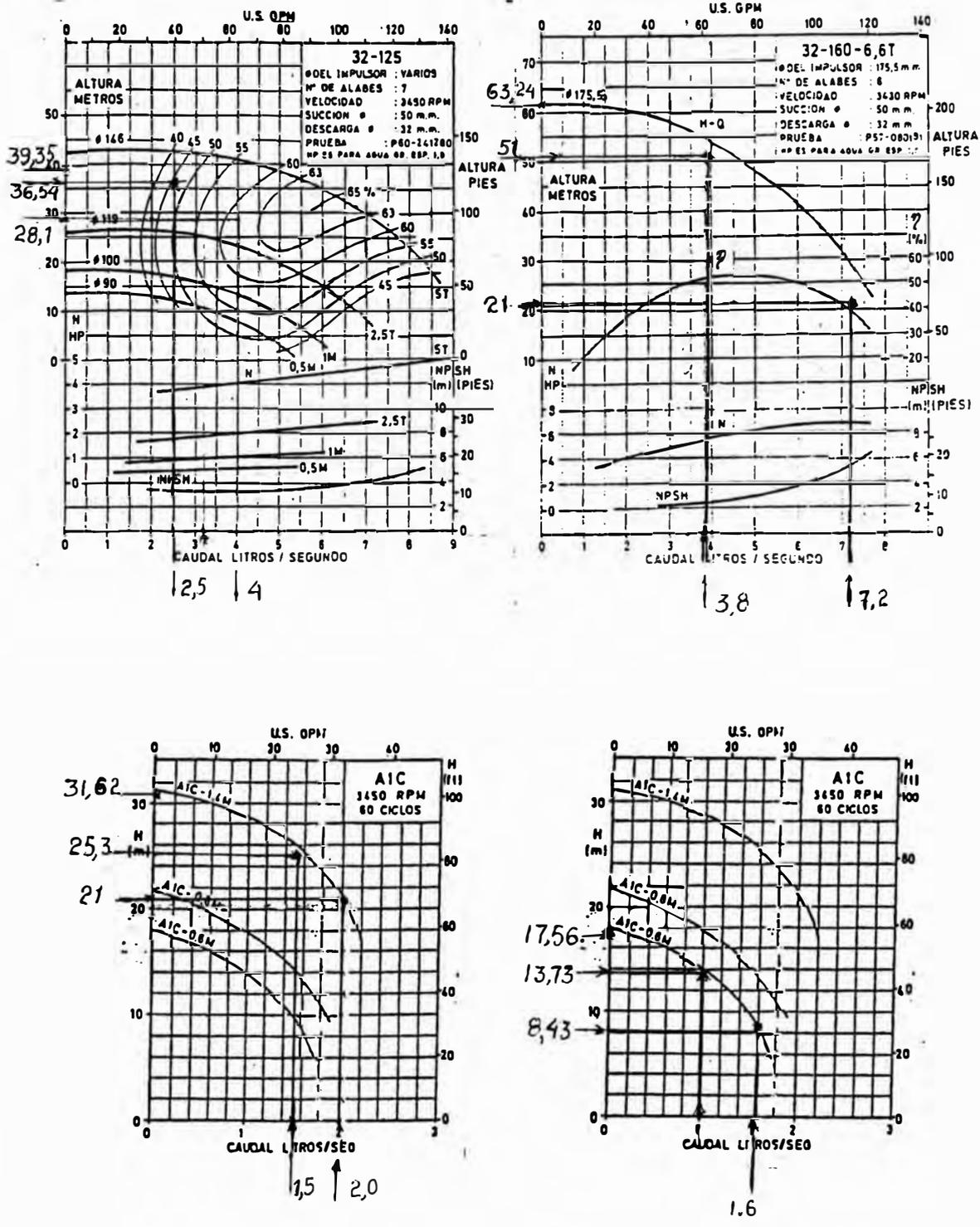


Figura N° 4.2 Curvas características de las bombas reparadas

CAPITULO V

COSTOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL SISTEMA

Existe un costo pactado, al cual se agregan los costos adicionales por trabajos que no figuran dentro del contrato; tales como montaje, desmontaje, reparación, alineamiento de ejes, pruebas, reubicación de los equipos, cambios en la línea de succión y descarga, verificación de las pérdidas producidas en la línea, etc. La duración del contrato es de un año y se inició el 30 de Abril de 1993. (Anexo C).

5.1 COSTO PACTADO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El pago del servicio de mantenimiento propuesto es trimestral, previa presentación de la factura y la constancia del servicio firmada por el personal autorizado por el propietario.

El importe total de los servicios de mantenimiento preventivo se muestran en el cuadro siguiente, el cual no se ha concluido el IGV, vigente de la fecha.

**CUADRO N ° 5.1 Costo del Mantenimiento Trimestral pactado
(Mayo de 1993 a Abril de 1994)**

ITEM	AGENCIAS	COSTOS S/.
1	Av. Perú	35,00
2	Comas	35,00
3	Oficina Central Lima	87,00
4	Arenales	87,00
5	Centro Comercial Aurora	70,00
6	Apolo	35,00
7	Economato Valdiviezo	87,00
8	Centro Esparcimiento Chaclacayo	87,00
9	Galería de la Exposición Miraflores	70,00
10	Oficina Central Miraflores	87,00
11	Chacarilla del Estanque	30,00
12	Callao	70,00
	COSTO TOTAL	780,00

5.2 COSTOS ADICIONALES PRELIMINARES

Se debe tener presente que los costos pactados en el contrato, fueron resultado de una inspección técnica a cada una de las agencias, incluyendo algunas sugerencias al mantenimiento correctivo de cada una de ellas.

Antes de la firma del contrato se llevó a cabo algunas reparaciones de los equipos de varias agencias, éstas se indican en los cuadros siguientes. Ver anexo F, estos costos no incluyen IGV.

CUADRO N° 5.2 Agencia Av. Perú

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	CCSTO S/ .
1	Anulación del rebose de la cisterna al desagüe	70,00
2	Cambiar válvula flotadora Flipen de la cisterna	120,00
3	Fabricar una caseta de bombas con techo de concreto armado y muro de ladrillo.	170,00
	COSTO TOTAL	360,00

CUADRO N° 5.3 Agencia Central Lima

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	COSTO S/.
1	- Mantenimiento general del tablero eléctrico autoportado. - 2 contactores para el arranque y 4 auxiliares.	340,00
2	Instalación de un manómetro para el equipo Hidroneumático de 500 galones.	43,00
3	Cambiar el presostato de la compresora que se está pagándose.	60,00
4	Cambiar el control de la cisterna por una de tipo varilla.	105,00
	COSTO TOTAL	548,50

CUADRO N° 5.4 Agencia Arenales

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	COSTO S/ .
1	- Mantenimiento de la bomba contra incendios. - Cambio de rodajes de motor y bomba, lubricación. - Relé y arrancador para el tablero.	630,00
2	Pintado de tanque Hidroneumático de 300 galones.	70,00
3	Cubierta para tanque Hidroneumático, techo y columnas de concreto, armado y paredes de ladrillo.	350,00
4	Cambio de contactor del tablero alternador..	86,00
	COSTO TOTAL	1136,00

CUADRO N° 5.5 Agencia Centro Comercial Aurora

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	COSTO S/ .
1	Cambio de un contactor del tablero alternador para la bomba de 2,5 HP.	154,00
2	Un control de nivel y un guarda motor para el pozo séptico.	230,00
	COSTO TOTAL	384,00

CUADRO N° 5.6 Agencia Apolo

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	COSTO S/ .
1	Un guarda motor para la bomba	170,00
	COSTO TOTAL	170,00

CUADRO N° 5.7 Archivo Economato Valdiviezo

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	COSTO S/ .
1	Mantenimiento correctivo de 2 bombas de 2 HP c/u. Rodajes, sellos mecánicos, cambio de empaquetadura de caja.	260,00
2	Cambio de las tapas de concreto en la cisterna por tapas metálicas de plancha estriada de ¼".	190,00
	COSTO TOTAL	450,00

CUADRO N° 5.8 Centro de Esparcimiento Chaclacayo

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	COSTO S/ .
1	Mantenimiento de dos electrobombas de 6,6 HP c/u. cambio de rodajes, empaquetadura de caja.	370,00
2	Cambio de arrancador directo para bomba de 5 HP	219,00
3	Ubicación de fallas en las electrobombas del pozo séptico.	80,00
	COSTO TOTAL	669,00

CUADRO N° 5.9 Galería Exposición Miraflores

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	COSTO S/ .
1	Revisión del tablero alternador del equipo Hidroneumático.	60,00
2	Limpieza al pozo séptico.	250,00
	COSTO TOTAL	310,00

CUADRO N° 5.10 Oficina Central Miraflores

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR	COSTO S/ .
1	Mantenimiento a bomba Reedwod de 6 HP.	390,00
	COSTO TOTAL	390,00

Las demás agencias que no figuran, se encontraban en buen estado de operatividad y sólo se consideró el costo de mantenimiento preventivo trimestral pactado.

5.3 COSTOS ADICIONALES

Al llevar a cabo el mantenimiento preventivo se encuentran equipos y partes del sistema de bombeo que no están funcionando adecuadamente y hay que realizar las reparaciones necesarias.

Estos costos se encuentran en el siguiente cuadro resumen, para el período Mayo del 93 a Abril del 94 el cuadro N° 5.11 y para el período Mayo del 94 a Abril del 95 el cuadro N° 5.12, respectivamente. Ver anexo G1 , G2 y G3.

CUADRO Nº 5.11 COSTOS ADICIONALES DEL MANTENIMIENTO TRIMESTRAL DE LAS AGENCIAS DEL AÑO 93-94 (NUEVOS SOLES SIN INCLUIR IGV)

Agencia Trimestre	Apolo	Arenales	Aurora	Callao 1	Chacarilla	Chaclacayo	Comas	Central Miraflores	Exposición Miraflores	Of. Central Lima	Av. Perú	Economato Valdiviezo
	1 Mayo 93 Junio Julio	180,00	1 048,00	765,00	—	130,00	1 720,00	—	300,00	150,00	340,50	204,70
2 Agosto Setiembre Octubre	210,00	380,00	620,00	—	295,00	440,00	—	650,00	588,00	245,00	—	505,00
3 Noviembre Diciembre Enero 94	220,00	180,00	190,00	170,00	175,00	930,00	90,00	31,30	630,00	1 045,00	70,00	655,00
4 Febrero 94 Marzo Abril 94	170,00	1 445,00	90,00	—	100,00	1 270,00	—	510,00	—	210,00	—	560,00

CUADRO Nº 5.12 COSTOS ADICIONALES DEL MANTENIMIENTO TRIMESTRAL DE LAS AGENCIAS DEL AÑO 94-95 (NUEVOS SOLES SIN INCLUIR IGV)

Agencia Trimestre	Agencia											
	Apolo	Arenales	Aurora	Callao 1	Chacarilla	Chaclacayo	Comas	Central Miraflores	Exposicion Miraflores	Of. Central Lima	Av. Perú	Economato Valdiviezo
1 Mayo 94 Junio Julio	—	740,00	350,00	40,00	1 200,00	2 044,00	—	470,00	640,00	170,00	—	236,00
2 Agosto Setiembre Octubre	—	86,00	330,00	150,00	130,00	2 320,00	—	360,00	—	260,00	80,00	100,00
3 Noviembre Diciembre Enero 95	—	60,00	20,00	60,00	150,00	440,00	—	450,00	20,00	410,00	—	160,00
4 Febrero 95 Marzo Abril 95	—	154,00	—	30,00	171,00	2 010,00	—	180,00	14,00	1 120,00	20,00	130,00

El contrato de mantenimiento preventivo se prorroga un año más (mayo 94 a Abril 95) incrementándose los costos fijos por agencia, tal como se muestran en el cuadro 5.13. Ver anexo C2.

CUADRO N° 5.13 Costo del Mantenimiento Trimestral Pactado

AÑO 1994-1995

ITEM	AGENCIAS	COSTOS S/.
1	Av. Perú	42,00
2	Comas	42,00
3	Oficina Central Lima	104,40
4	Arenales	104,40
5	Centro Comercial Aurora	84,00
6	Apolo	42,00
7	Economato Valdiviezo	104,40
8	Centro Esparcimiento Chaclacayo	104,40
9	Galería de la Exposición Miraflores	84,00
10	Of. Central Miraflores	104,40
11	Chacarrilla del Estanque	84,00
12	Callao 1	84,00
13	Centro comercial "Las Rejas"	42,00
14	Villa Maria del triunfo	42,00
15	San Isidro	84,00
	COSTO TOTAL	1,152,00

5.4 COSTO TOTAL

El costo total del mantenimiento está constituido por el costo pactado y los costos adicionales. El cuadro N° 5.14 muestra el costo total de las agencias, durante el primer año (Mayo del 93 a Abril del 94), resultado de los cuadros N° 5.1 y 5.11.

El costo total del segundo año (Mayo del 94 a Abril del 95) se muestra en el cuadro N° 15, resultado de los cuadros N° 5.12 y 5.13.

CUADRO Nº 5.14 COSTOS TOTALES DEL MANTENIMIENTO TRIMESTRAL DE LAS AGENCIAS DEL AÑO 93-94 (NUEVOS SOLES SIN INCLUIR IGV)

Agencia Trimestre	Agencia											
	Apolo	Arenales	Aurora	Callao 1	Chacarilla	Chaclacayo	Comas	Central Miraflores	Exposición Miraflores	Of. Central Lima	Av. Perú	Economato Valdiviezo
1	215,00	1135,00	835,00	70,00	160,00	1807,00	35,00	387,00	220,00	427,50	239,70	429,00
2	245,00	467,00	690,00	70,00	325,00	527,00	35,00	737,00	658,00	332,00	35,00	592,00
3	255,00	267,00	260,00	240,00	205,00	1017,00	125,00	118,30	700,00	1132,00	105,00	742,00
4	205,00	1532,00	160,00	70,00	130,00	1357,00	35,00	597,00	70,00	298,00	35,00	641,00

CUADRO N° 5.15 COSTOS TOTALES DEL MANTENIMIENTO TRIMESTRAL DE LAS AGENCIAS DEL AÑO 94-95 (NUEVOS SOLES SIN INCLUIR IGV)

Agencia Trimestre	Agencia											
	Apolo	Arenales	Aurora	Callao 1	Chacarilla	Chaclacayo	Comas	Central Miraflores	Exposición Miraflores	Of. Central Lima	Av. Perú	Economato Valdiviezo
1	42,00	844,40	434,00	124,00	1 284,00	2 148,40	42,00	574,40	724,00	274,40	42,00	340,40
2	42,00	190,40	414,00	234,00	214,00	2 424,40	42,00	464,40	—	364,40	122,00	204,40
3	42,00	164,40	104,00	144,00	234,00	544,40	42,00	544,40	104,00	514,40	42,00	264,40
4	42,00	258,40	84,00	114,00	255,00	2 114,40	42,00	284,40	98,00	1 224,40	62,00	234,40

5.5 Evolución trimestral del costo total por agencia

Los datos que se registran en los cuadros N° 5.1, 5.11, 5.12 y 5.13 , a continuación se grafican por agencias con la finalidad de ver la evolución del costo total a través del tiempo

GRAFICO N° 5.1 AGENCIA APOLO
S/.

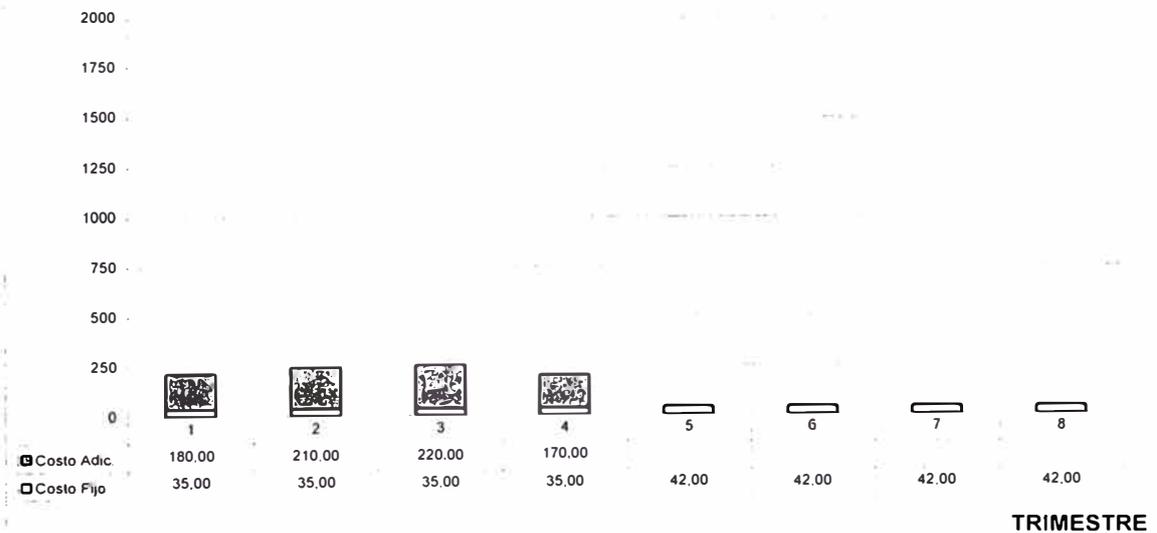


GRAFICO N° 5.2 AGENCIA ARENALES
S/.

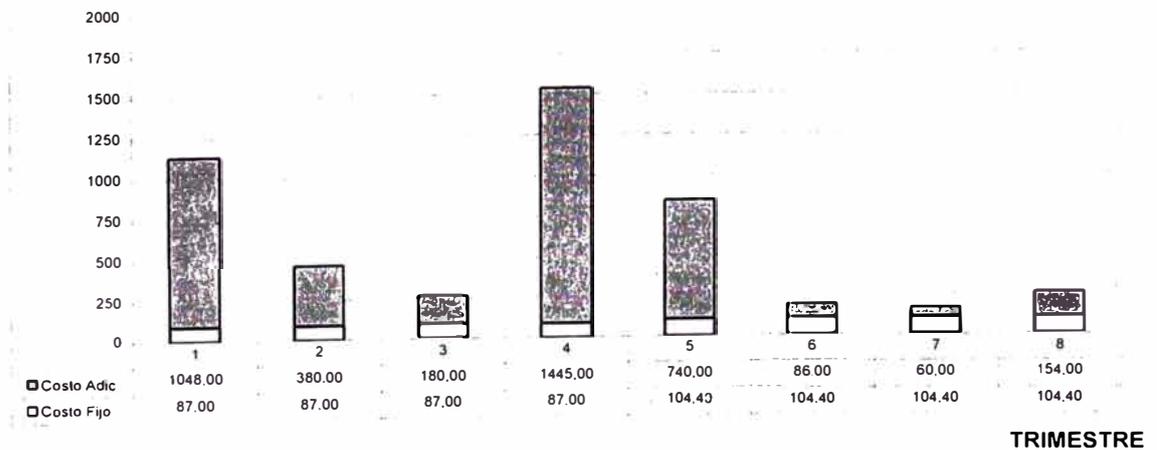


GRAFICO N° 5.3 AGENCIA AURORA
S/.

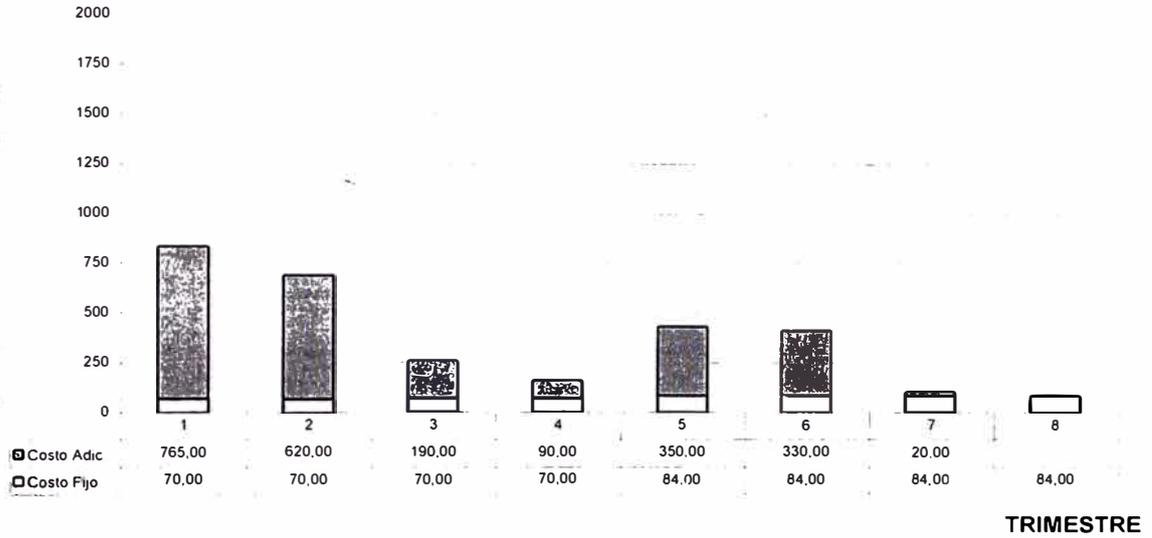


GRAFICO N° 5.4 AGENCIA CALLAO 1
S/.

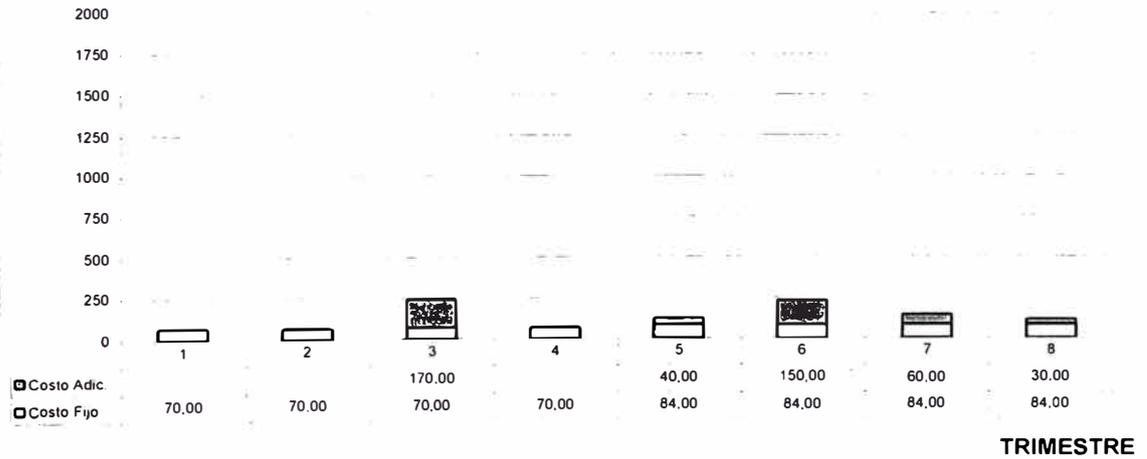


GRAFICO N° 5.5 AGENCIA CHACARILLA
S/.

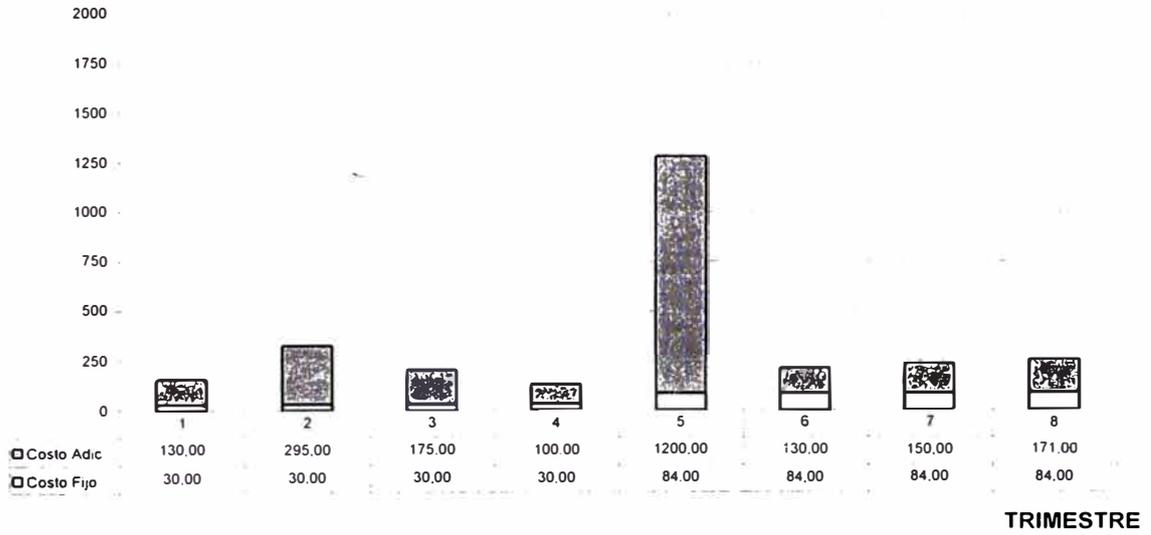


GRAFICO N° 5.6 AGENCIA CHACLACAYO
S/.

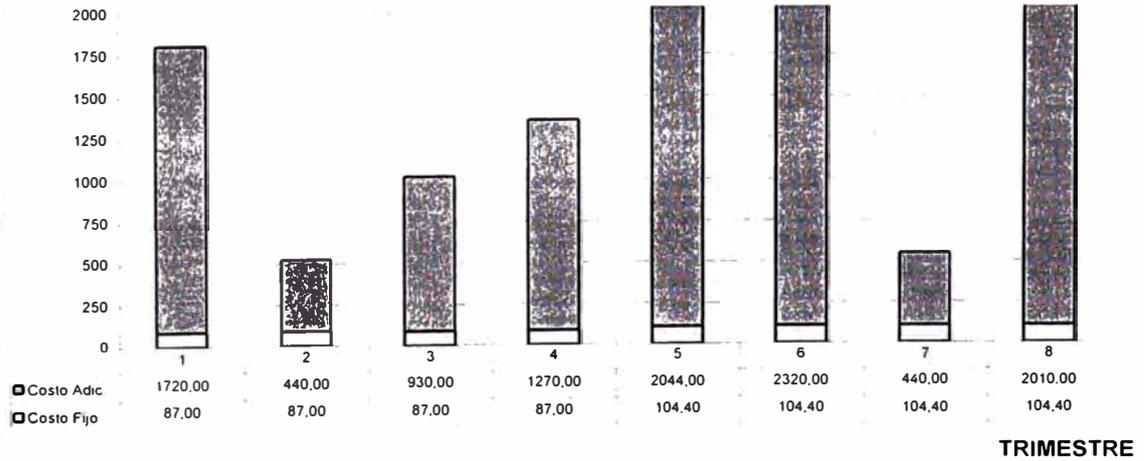


GRAFICO N° 5.7 AGENCIA COMAS

SI.

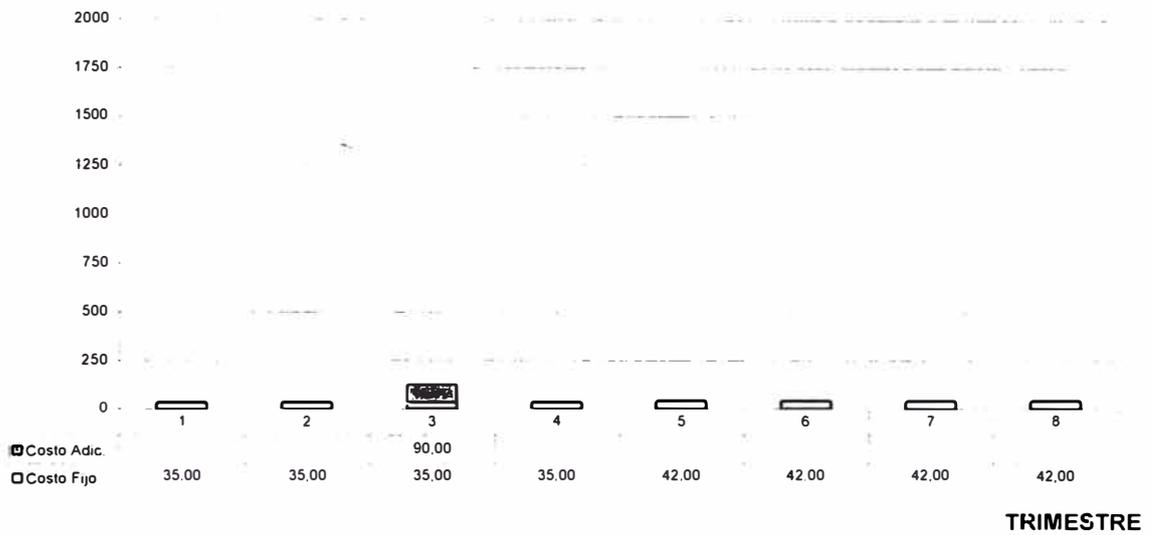


GRAFICO N° 5.8 AGENCIA CENTRAL MIRAFLORES

SI.

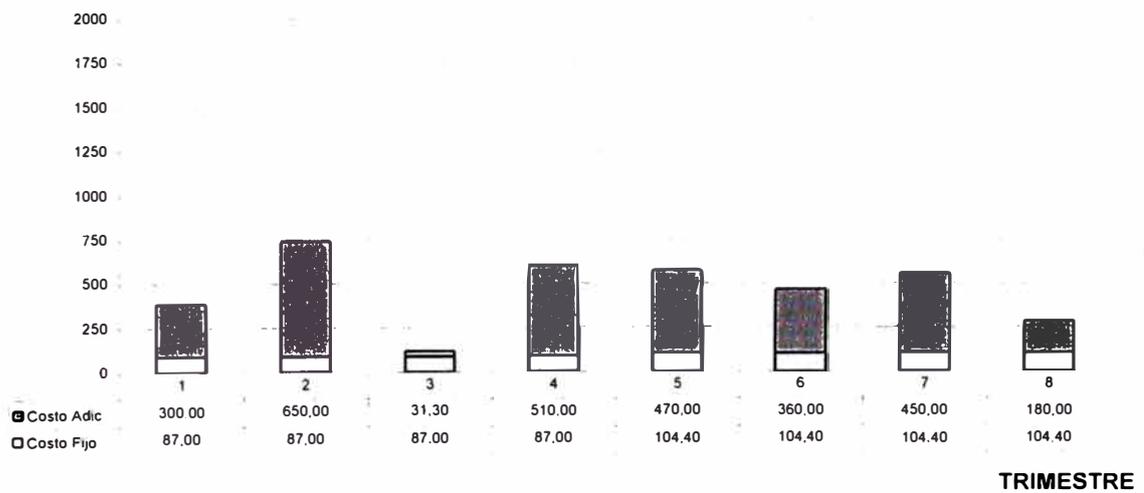


GRAFICO N°5.9 EXPOSICION MIRAFLORES

Si.

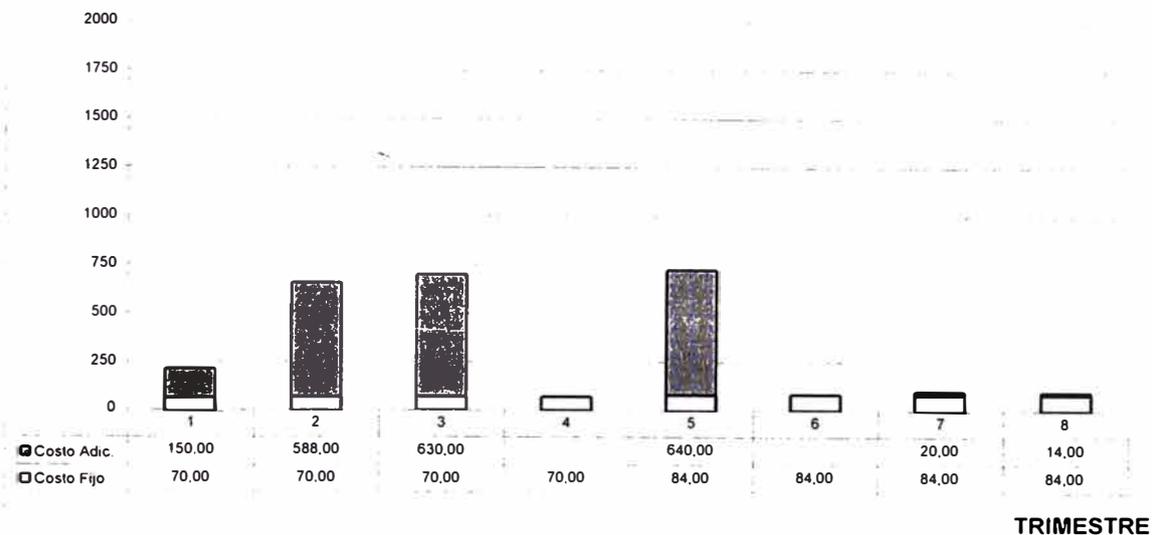


GRAFICO N° 5.10 AGENCIA OFICINA CENTRAL LIMA

Si.

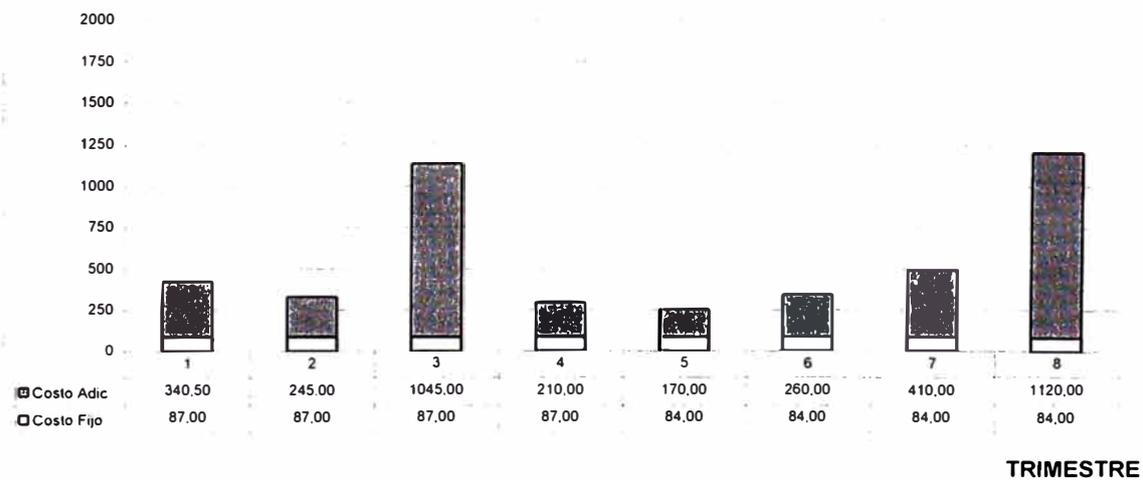


GRAFICO N° 5.11 AGENCIA AV.PERU

S/.

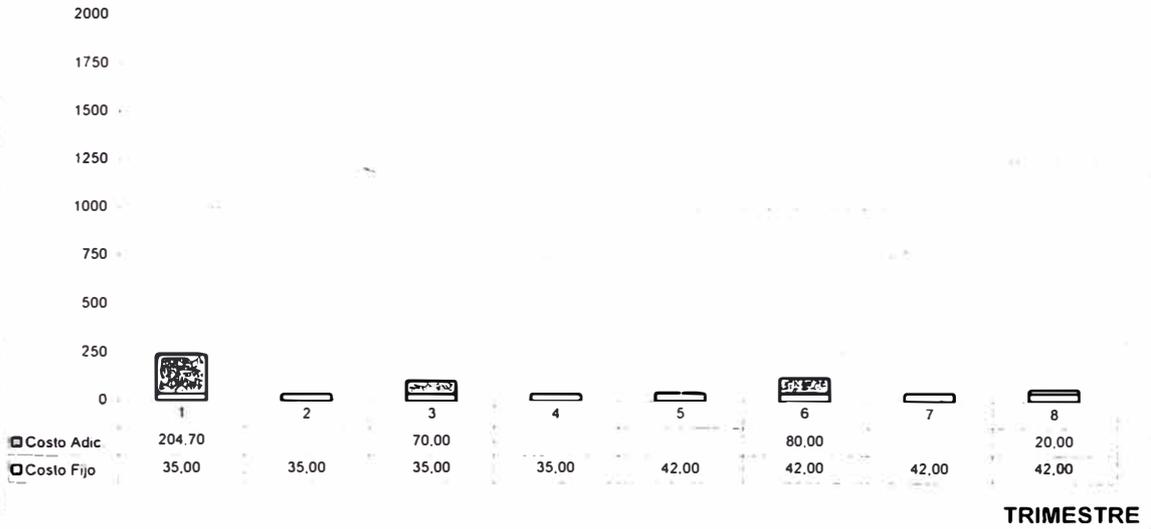
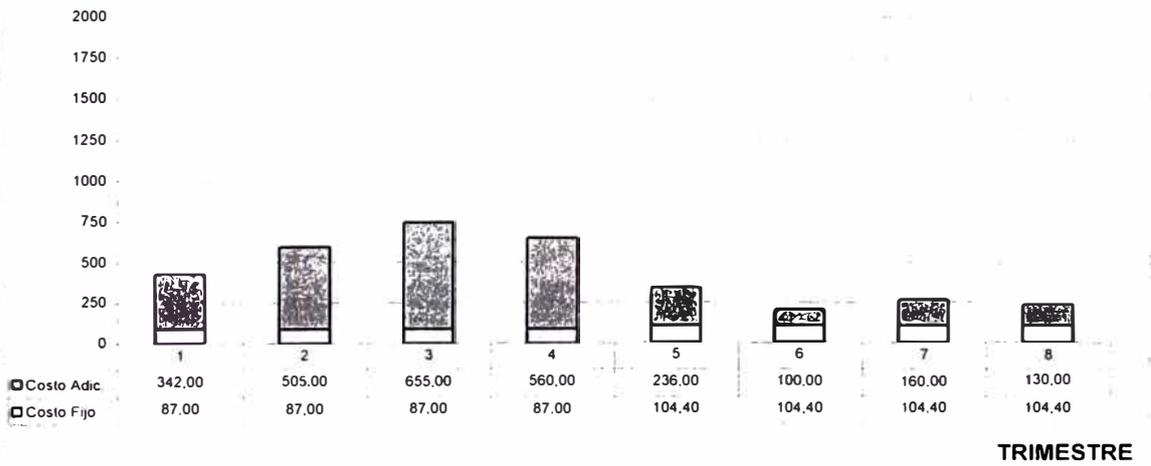


GRAFICO N° 5.12 AGENCIA ECONOMATO VALDIVIEZO

S/.



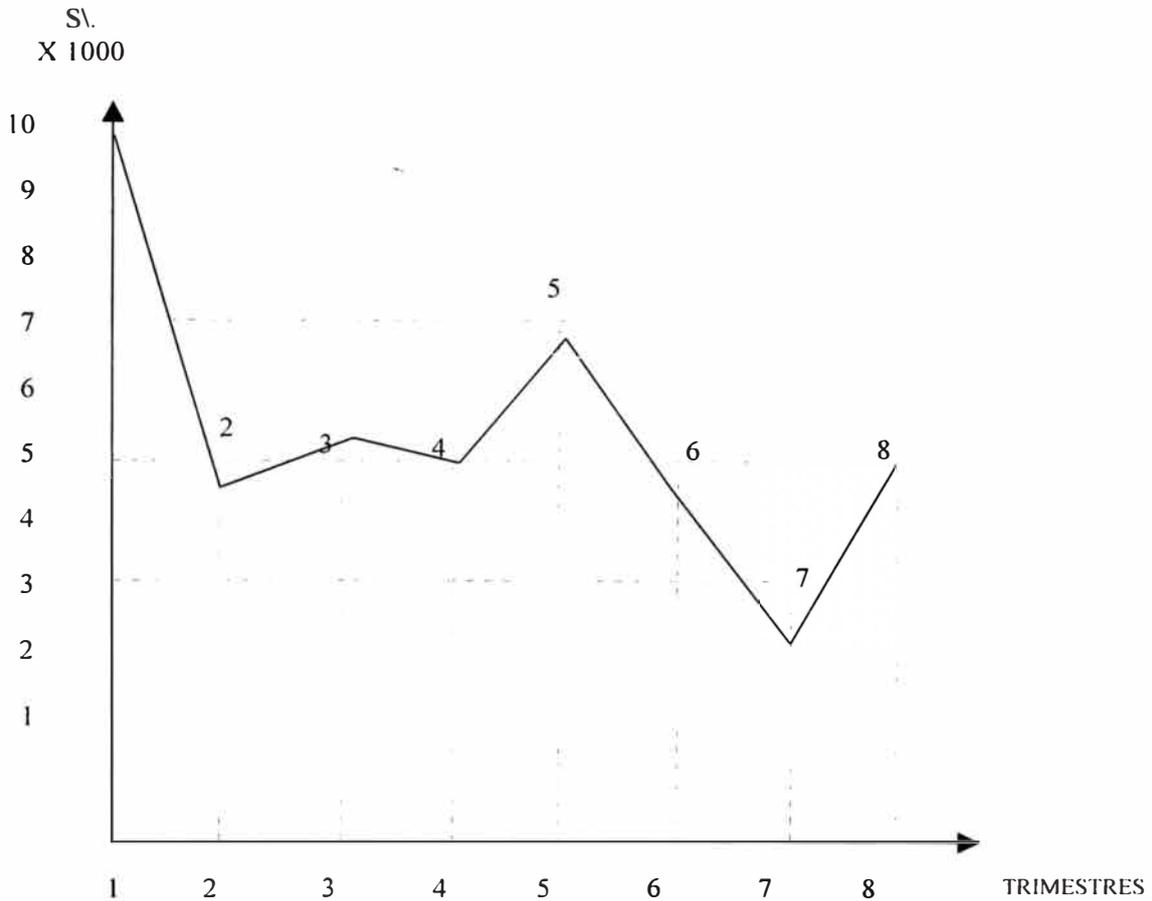
5.6 EVOLUCION DEL COSTO TOTAL TRIMESTRAL DEL MANTENIMIENTO

CUADRO N° 5.16 Costo total anual del mantenimiento

TRIMESTRES		COSTO TOTAL
Mayo 93 a Abril 94	1	* 10 377,50
	2	4 713,00
	3	5 166,30
	4	5 135,00
COSTO TOTAL DEL 1° AÑO		25 392,00
Mayo 94 a Abril 95	5	6 874,00
	6	4 716,00
	7	2 754,00
	8	4 813,00
COSTO TOTAL DEL 2° AÑO		14 344,00

- Se consideró los (S/. 4 417,50)

Costos adicionales preliminares a la firma del contrato

Grafico N° 5.13 Costo Total Vs. Trimestres.

La curva que controla la dispersión de los costos trimestrales es la curva mostrada en el gráfico, en la cual se puede observar que la curva de los costos disminuye sensiblemente posiblemente. Teóricamente se llegaría a una constante; sin embargo este no se llega a cumplir debido a los diferentes tiempos de vida de las partes de los equipos y al propio sistema, que necesita reparación parcial, total o cambio.

OBSERVACIONES

- 1.- Se puede observar que, por lo general, después de realizar la inspección técnica y enviar el informe respectivo, adjuntando los costos del mantenimiento correctivo (solución de las fallas y causas que producían el mal funcionamiento, que no figuraba dentro del contrato), se demoraban para dar la orden de reparación o compra de repuestos.
- 2.- No se ejecutaban todas las observaciones indicadas en el informe, sino las que ellos consideraban más importantes.
- 3.- El mantenimiento preventivo no sólo estaba limitado a las bombas centrífugas, sino que era para todo el sistema de bombeo, pozo o cisterna. sistema de tubería, tableros eléctricos, tanque elevados, radar, etc.
- 4.- Por lo general, la mayoría de los equipos de bombeo de las diferentes agencias no tienen instalado un guarda motor, el cual es un medio de protección de la sobrecarga eléctrica.

- 5.- Cada vez que se instale un equipo nuevo se debe entregar al operador de los equipos una copia del manual de operación.

- 6.- Actualmente el plan de mantenimiento preventivo está a cargo del personal de la entidad bancaria.

CONCLUSIONES

1. Comunicar a la Administración de las Agencias, la importancia que representa la aplicación del Plan de Mantenimiento Preventivo, los beneficios al evitar paradas imprevistas, con el consiguiente ahorro económico.
2. El sistema de bombeo de cada agencia se encuentra operando dentro de su rango estándar, debido al mantenimiento correctivo efectuado.
3. Como consecuencia del mantenimiento efectuado, los equipos de bombeo alcanzarían su vida útil indicada por el fabricante.
4. En general los costos relativos al mantenimiento disminuyeron sensiblemente, cumpliéndose el objetivo fundamental de la Ingeniería de Mantenimiento.
5. La Agencia de Esparcimiento Chaclacayo, además de los equipos usuales, tiene piscinas, regadío de jardín y otros; que hacen que el costo total en el gráfico N° 5.13 . aparezcan picos. en algunos trimestres.

BIBLIOGRAFIA

BAUMEISTER Theodore / AVALLONE Eugene A. / BAUMEISTER III Theodore.

Marks Manual del Ingeniero Mecánico Tomo III Octava Edición, Editorial

Calypso, S.A. México, D.F. / 1985

Hidrostal. Manuales de Información Técnica año 1995.

MORROW L.C. Manual de Mantenimiento Industrial. Tomo II. Cia. Editorial

Continental S.A. de C.V. México 1984.

PFLEIDERER Carl, Bombas centrífugas y turbo compresores, Editorial Labor

S.A. Barcelona 1960.

TYLER G. Hicks, Bme, Bombas su Selección y Aplicación. Compañía Editorial

Continental, S.A. , México 22, D.F. 1961.

ANEXOS

ANEXO A:

Importancia del NPSH en sistemas de bombeo

MANUAL DE
INFORMACION
TECNICA



IMPORTANCIA
DEL "NPSH"
EN PROBLEMAS DE BOMBEO

1. GENERALIDADES

Para la selección de bombas centrífugas en general, 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 esta 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 ésta con respecto al nivel del mar.

En la mayoría de los casos, el fluido a bombear es agua potable, desagüe, petróleo o en general líquidos que están a la temperatura ambiente que no se vaporizan con facilidad, de allí que, la bomba seleccionada una vez instalada, puede cumplir perfectamente la labor para la cual se la escogió.

Sin embargo, se debe siempre tener en cuenta que las bombas centrífugas están diseñadas para trabajar con líquidos que por su naturaleza son **incompresibles** y, éstos se deben comportar de ese modo a su paso por la bomba.

Por esta razón, las bombas no pueden funcionar correctamente con fluidos compresibles, tales como lo son el vapor de agua o los gases; que en caso de presentarse durante la operación de bombeo, producen serios trastornos, tanto desde el punto de vista hidráulico como mecánico. Dichos trastornos reciben el nombre de **cavitación**.

2. CAVITACION EN LAS BOMBAS

Cuando el agua fluye líquida a través de un tubo a cierta velocidad, tiene al mismo tiempo cierta presión estática que puede ser medida con un manómetro. Si se aumenta la velocidad del agua o se reduce la dimensión del tubo, esta presión estática disminuirá. (*Ver fig. 1*). Si la velocidad es lo suficientemente alta, la presión estática puede alcanzar un valor tan bajo que el líquido comienza a hervir.

Este fenómeno es debido a que el punto de ebullición del agua es variable. "Normalmente" el agua hierve a 100°C , pero esto supone una presión atmosférica normal, es decir de 760 mm. Hg. ó 10,33 mts. 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 del *Gráfico No. 3* que muestra la presión de formación de vapor de agua en función de la temperatura y presión atmosférica.

De la figura se desprende, por ejemplo, que el agua con una temperatura de 85°C se convierte en vapor cuando la presión absoluta ha descendido aproximadamente a 5,9 mts. O también se podría decir que el agua hierve con una temperatura de 85°C a una altura de 4,436 mts. sobre el nivel del mar.

Lo que ocurre con una bomba (*Fig. 2*) es comparable con la figura 1. 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. Las secciones más estrechas se encuentran por lo general a la entrada del impulsor y por lo tanto allí se encuentran las presiones estáticas 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, siguen, como es natural, con el líquido que fluye a través de la bomba. En el impulsor la presión estática ha tenido tiempo de aumentar lo suficiente para que queden eliminadas las condiciones requeridas para la formación de vapor, de modo que las burbujas de vapor que se había formado anteriormente retornan al estado líquido. Este retorno de estado se efectúa

en forma muy repentina y se llama implosión. 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.

La cavitación no queda limitada necesariamente a la entrada del impulsor. El caso es que después de alcanzados los valores límite de presión estática y/o temperatura iniciándose la cavitación, estos valores continúan variando en sentido desfavorable obteniéndose una ampliación de la zona de cavitación.

2.1 Influencia de la Cavitación bajo el Punto de Vista Hidráulico.— 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 incluso con una cavitación relativamente insignificante. Las "nubes" de vapor que se forman, ocupan espacio en la bomba y bloquean parte del área del impulsor disminuyendo el flujo.

Estas "nubes" de cavitación también cubren parte de las superficies de los alabes y, reducen su capacidad para transmitir su energía al líquido.

En el bombeo de líquidos con sólidos en suspensión, el inicio de la cavitación está relacionado con el momento en que cierta cantidad de líquido se vaporiza en el fluido. La cavitación no tiene relación con la densidad o forma de las partículas de sólidos presentes. Algunos sólidos en suspensión (pulpa de papel) contienen en su interior núcleos de gas o aire, empezando por esta razón la cavitación antes que la presión llegue a niveles de vaporización.

Por los datos experimentales existentes se puede afirmar que la densidad y tipo de la mezcla tienen muy poco efecto sobre el NPSH requerido de las bombas, pero si el posible aire o gas contenida en ellas.

En general se puede decir que al bombear pulpa sin aire, el NPSH requerido es el mismo para agua limpia que para pulpa.

2.2 Influencia de la Cavitación bajo el Punto de Vista Mecánico.— Se producen vibraciones anormales, calentamiento excesivo del eje con posible deterioro de los sellos o prensa estopas y rozamiento entre las piezas internas causadas por la dilatación. Estas fallas de continuar prolongadamente, terminan por malograr la bomba e inclusive el motor, si se atasca el eje.

3. NPSH

(Es una definición americana que corresponde a Net Positive Suction Head). NPSH 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 alabes en el orificio de entrada del impulsor.

La presión que motiva este flujo proviene algunas veces de la presión atmosférica únicamente o de la altura estática más la presión atmosférica y, por último hay oportunidades también donde es posible hacer intervenir favorablemente a una presión auxiliar que se halla presente en el sistema.

Como las características hidráulicas de la red de succión inciden también en el cálculo NPSH, para facilitar los cálculos, se ha convenido en dividirlo:

3.1 El NPSH de la Bomba o Requerido.— Depende exclusivamente del diseño interno particular a cada bomba y que suele variar mucho, no sólo con el caudal y la velocidad dentro de la misma bomba; sino también de una bomba a otra, entre las de un mismo fabricante y, desde luego con mayor razón entre las de distintos fabricantes.

Antes de ser suministrada la bomba al usuario el NPSH Requerido es calculado y experimentado cuidadosamente en la fábrica.

Para ilustrar la presión límite a la cual una bomba comienza a cavitarse, el proveedor de la bom-

ba facilita unas curvas, en las cuales además de encontrarse la curva QH, la curva de potencia y rendimiento, se encuentra también la llamada curva NPSH Requerido.

La curva NPSH Requerido, *ver la Fig. 5*, describe la magnitud de la presión total, que debe existir como mínimo en la entrada de la bomba, para evitar la cavitación.

De la Fig. 5, se desprende también que el NPSH Requerido aumenta al aumentar el volumen bombeado.

Debe recordarse que una bomba centrífuga sólo puede añadir energía a un líquido cuando éste ha inundado los alabes del impulsor. Es por ello que toda la energía necesaria para superar la altura de succión y las pérdidas en el sistema de succión para llevar el líquido al impulsor, debe ser suministrada por una fuente externa a la bomba (presión atmosférica).

El cálculo del NPSH toma gran importancia cuando se deben bombear líquidos muy calientes, o en bombas ubicadas a mucha altura sobre el nivel del mar.

También es utilizado para evaluar las condiciones de succión que se producen con líquidos volátiles que a la temperatura de bombeo no están a la presión de vaporización.

3.2. El NPSH Disponible del Sistema.— Depende exclusivamente de las características hidráulicas de la red externa de succión conectada a la bomba. Este valor debe ser calculado para cada instalación y tomado en cuenta. Si se desea, como es natural, que la instalación opere satisfactoriamente, el NPSH disponible en el sistema, deberá ser mayor por lo menos en 0.50 mts. al NPSH requerido por la bomba, de otro modo se producirán las fallas hidráulicas y mecánicas que anteriormente se explicaron.

Estas consideraciones sobre el NPSH se aplican a cualquier tipo de bomba, sea centrífuga, turbina regenerativa, desplazamiento positivo, de flujo mixto y de hélice.

4. CALCULO DE NPSH

Para el cálculo del NPSH requerido, como del NPSH disponible es necesario relacionar ambos valores con un mismo plano de referencia con respecto a la bomba. En las bombas que trabajan horizontalmente (eje horizontal) el plano de referencia se coloca a través del centro del eje y en las bombas verticales (eje vertical) a través del plano que atraviesa la parte más inferior de los alabes del impulsor en caso de tener más de un impulsor, se considera la ubicación del inferior. *Ver Fig. 4.*

4.1. Simbología.— Para un mejor entendimiento de las siguientes fórmulas se describe la simbología usada.

D	Diámetro
GE	Gravedad específica del líquido a la temperatura de bombeo.
H	Altura dinámica total.
Hsm	Vacío manométrico en el lado de aspiración.
Hsv	NPSH.
Hsvr	NPSH requerido.
Hsvd	NPSH disponible.
Hsf	Pérdidas por fricción en la tubería de succión hasta su ingreso a la bomba (en metros).
Hsg	Altura física del nivel de succión más desfavorable en metros, desde la superficie del líquido hasta el plano de referencia de la bomba. Succión Negativa: Si la superficie del líquido queda más baja que el plano de referencia se antepone el signo menos (—). Succión Positiva: Si la superficie del líquido queda más alta que el plano de referencia se antepone el signo más (+).
N	Velocidad en RPM.
P	Presión adicional positiva (+) o negativa (—) sobre la superficie libre de succión. En metros de columna líquida. En tanques abiertos a la presión atmosférica $P = 0$.

- PVP — Presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo.
- Q — Caudal.
- S — Fluctuación eventual del nivel de succión en el reservorio de aspiración. valor que debe ser restado o sumado, según sea el caso, al Hsg.
- Zs — Altura física entre el manómetro de vacío y el plano de referencia.

5. NPSH REQUERIDO

El cálculo del NPSHr requiere mediciones prácticas en laboratorio y, por lo tanto, solamente pueden ser efectuadas normalmente por el proveedor de la bomba. El método empleado es sin embargo el siguiente: (Ver la Fig. 4).

Se seleccionan ciertos números de puntos de medición a caudales determinados y en cada uno de ellos, mediante un aumento sucesivo del Hsg, se ubica a que valor límite tiene lugar la cavitación.

Para obtener el NPSHr de la bomba, en la brida de succión se deberá sumar al valor límite de cavitación, la altura de velocidad $V_s^2/2g$ y, en el caso de las bombas horizontales, se deberá adicionar la mitad del diámetro del cuello de succión del impulsor $D/2$.

$$\text{Por lo tanto, NPSHr} = \frac{P_a - P_{vP}}{G.E.} - H_{sm} + \frac{V_s^2}{2g} + D/2$$

Ejemplo:

La bomba Hidrostat I 6 D-M en el pozo de prueba se ha medido en la columna barométrica un vacío equivalente a 7,97 mts. (incluido Zs) en el límite que tiene lugar la cavitación con un caudal de 170 lts.

En el lugar de la prueba hay un Pa de 10 mts. el agua tiene una temperatura de 23°C.

La bomba tiene un diámetro de succión de 300 mm. y la velocidad del agua en la brida de succión en este punto es de 2,5 m/seg.

Desarrollo:

$$\begin{aligned} P_a &= 10 \text{ m.} \\ P_{vP} &= 0,286 \text{ m.} \\ H_{sm} &= 7,97 \text{ m.} \\ G.E. &= 0,9974 \text{ kg/dm}^3 \\ D &= 0,300 \text{ m.} \\ V_s &= 2,5 \text{ m/seg.} \end{aligned}$$

Cálculo:

$$\text{NPSHr} = h_{sv} = \frac{P_a - P_{vP}}{G.E.} - H_{sm} + \frac{V_s^2}{2g} + D/2$$

$$\frac{V_s^2}{2g} = 0,318$$

$$D/2 = 0,15 \text{ m.}$$

$$\text{NPSHr} = \frac{10 - 0,286}{0,9974} - 7,70 + 0,318 + 0,15 = 2,507 \text{ m.}$$

El NPSHr de la bomba I 6 D-M con 170 l/s y 1450 RPM es de 2.50 m.

Nota: Se debe tener en cuenta que no todos los fabricantes de bombas, corrigen la altura de velocidad y, por lo tanto, en los casos críticos el proveedor deberá efectuar un control de los valores NPSH.

5.1. NPSHr con Impulsor Recortado.— Generalmente el fabricante de la bomba proporciona en su curva de características de la bomba, la curva correspondiente al NPSHr del impulsor a mayor diámetro. Para poder obtener el NPSHr de un impulsor a menor diámetro a la misma velocidad, proceda como sigue, usando la siguiente fórmula:

$$\left(\frac{D_0}{D_1}\right)^2 \sim \frac{Q_0}{Q_1} \sim \frac{H_0}{H_1}$$

donde: D_0 = Diámetro máximo del impulsor
 D_1 = Diámetro rebajado del impulsor
 Q_0 = Caudal con diámetro máximo del impulsor
 Q_1 = Caudal con diámetro rebajado del impulsor
 H_0 = Altura con diámetro máximo del impulsor
 H_1 = Altura con diámetro rebajado del impulsor

Ejemplo:

Se desea saber el NPSHr de una bomba que deberá trabajar en el siguiente punto:

T: $Q = 37,5$ l/s
 $H = 21,05$ m.
 $D = 230$ mm. del impulsor

Ubique el punto de trabajo T en la curva de la bomba. *Ver figura 5.* Localice a través de la fórmula el punto equivalente A al del trabajo T, en el impulsor de diámetro máximo.

$$\left(\frac{284}{230}\right)^2 \sim \frac{X}{37,5} \sim \frac{X}{21,05}$$

$$1,524 \times 37,5 = Q_0 = 57,15 \text{ lts/seg.}$$

$$1,524 \times 21,05 = H_0 = 32,08 \text{ m.}$$

Desde el punto A, baje verticalmente hasta cortar la curva del NPSHr, luego trace una horizontal hasta la escala respectiva, obteniendo el NPSHr correspondiente al punto de trabajo (T). Para el ejemplo son 3 mt. de NPSHr.

5.2. NPSHr con Cambio de Velocidad.— Debido a que el NPSHr es un dato imposible de calcular matemáticamente y, solamente se obtiene por pruebas hidráulicas realizadas con determinada bomba, se puede usar con cierta aproximación lo siguiente:

El NPSH requerido de una bomba a una capacidad determinada, mejorará si se reduce su velocidad; de lo contrario, si se aumenta su velocidad empeorará y posiblemente no será conveniente para la capacidad de la bomba.

Si la velocidad varía, el NPSHr varía de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$hsv_1 = hsv_0 \left(\frac{n_1}{n_0}\right)^{0,75}$$

h_{sv_0}	=	NPSH _r conocido
h_{sv_1}	=	NPSH _r por calcular
N_0	=	Velocidad en RPM del NPSH _r conocido
N_1	=	Velocidad en RPM del NPSH _r por calcular

EJEMPLO: Una bomba tiene un NPSH_r de 3,3 mts. a 3450 RPM, a una capacidad determinada y, se desea conocer el NPSH_r a la velocidad de 1745 RPM al punto equivalente X. (El punto equivalente X debe ser calculado a través de la Ley de Afinidad).

$$X = 3,3 \left(\frac{1745}{3450} \right)^{0,75} = 3,3 (0,506)^{0,75} = 3,3 \times 0,6 = 1,98 = 2 \text{ mts.}$$

El NPSH_r a la velocidad de 1745 RPM al punto equivalente de 3450 RPM es de 2 mts.

G. NPSH Disponible

Se deberá calcular de la instalación, para lo cual es necesario establecer con exactitud la altura física H_{sg} más desfavorable y la pérdida por fricción H_f de ella.

La fórmula para reducir al NPSH disponible los valores obtenidos en H_{sg} y H_f es la siguiente:

$$\text{NPSH}_D (\text{en mts.}) = \frac{P + P_a - P_{vD}}{G.E.} = h_{sg} - h_{sf}$$

NOTA:

Hay que recordar que cuando se bombea líquidos muy volátiles a la temperatura ambiente como: éter, gases refrigerantes, etc. o demasiado calientes y con temperaturas próximas a su punto de ebullición como: agua condensada, melaza, destilados, etc. $P_a - P_{vp} = 0$

7. CORRECCIONES DEL NPSH EN ALGUNOS CASOS

7.1. Corrección Especial para Hidrocarburos.— El NPSH requerido de una bomba centrífuga normalmente es determinado sobre agua. Según Hydraulic Institute, se recomienda el uso de un factor de corrección en el NPSH requerido de la bomba al bombear hidrocarburos no viscosos

La reducción permisible del NPSH_r va en función directa al peso específico y presión de vapor en la temperatura que es bombeado el hidrocarburo.

La intención del gráfico (*Fig. 6*) es proveer un medio de estimar un NPSH requerido de una bomba centrífuga y las curvas de conversión están basadas en experiencias obtenidas en el campo de operaciones. Por lo tanto, estos datos tienen considerable variación y han sido hechos de tal manera, que estas curvas sean consideradas como guía aceptable.

Normalmente cuando debe aplicarse una bomba al proceso de fabricación en una refinería no es difícil obtener el verdadero valor de la presión de vapor; pero cuando es necesario bombear hidrocarburos terminados, solamente se obtiene la presión de vapor Reid.

Esta presión de vapor se obtiene con aparatos y procedimientos de acuerdo con el standard D-323 de ASTM. La presión Reid generalmente es menor que la presión de vapor a causa de ciertas variaciones de procedimiento para obtenerla; por lo tanto, se deberá tener precaución con relación a esta situación.

Existen tablas de conversión de la presión de vapor en la escala Reid a la verdadera presión de vapor absoluta que es la necesaria para el cálculo del NPSH.

7.1.1. Uso del gráfico 6.—

- a. Utilizarlo solamente para hidrocarburos no viscosos.
- b. Una operación de la bomba en condiciones anormales, como bombear a una temperatura muy cerca del craqueo, requiere una contemplación adicional al NSPH.

7.1.2 Instrucciones para el Uso del Gráfico.— Ubique el peso específico a la temperatura del hidrocarburo a bombear, suba verticalmente hasta cruzar la presión de vapor absoluto correspondiente a la temperatura del líquido. De ese punto dirigirse horizontalmente hasta el borde izquierdo donde se obtiene el porcentaje del NPSH en agua que es requerido por la bomba para bombear este hidrocarburo satisfactoriamente.

EJEMPLO:

Se ha seleccionado una bomba para una capacidad y altura dada y, requiere un NPSHr de 1.80 mts. (6 pies) para agua. Esta bomba debe bombear Butano I a 43,3°C (110°F) y tiene una presión de vapor de 5,76 ata (85.1 psia); con un peso específico de 0,53.

En la tabla se obtiene 0,91, el cual se multiplica por el NPSHr en agua de la bomba $0,91 \times 1,80 = 1,63$ mts. (5,5 pies)

Por lo tanto el NPSHr de la bomba es 1,63 mts.

Si el Butano I es bombeado a una temperatura de 15,5°C (60°F), la presión de vapor es 2,63 ata (38,7 psia) y, el peso específico 0,56. Se obtendrá en este caso el mismo NPSHr que el agua, o sea 1,80 mts.

7.2. Corrección para Pulpas de Fibras Naturales.— (*Gráfico 7*). Las fibras naturales suspendidas en agua (contrario de las fibras sintéticas) pueden retener en su interior una considerable cantidad de agua y, pueden tener pequeñas burbujas de aire, las cuales a velocidades altas y baja presión pueden salirse.

El aire puede formar por esta razón burbujas más grandes y alargadas, las que influyen en las características de la bomba produciendo cavitación e inclusive cortar la columna de succión.

A medida que va aumentando la consistencia de la pulpa el aire contenido es mayor; por lo tanto, se deberá independiente del NPSH, limitar la velocidad de ingreso de la pulpa al impulsor e inclusive, el NPSHd deberá ser suficientemente alto (–) para evitar la salida del aire de la fibra, según se indica en el gráfico.

Ejemplo:

Se desea bombear pulpa de papel de una consistencia del 6% B.D. Es necesario ubicar el NPSHd mínimo y la velocidad máxima (V_s) de ingreso de la pulpa al impulsor, con el objeto de diseñar una instalación.

Según el gráfico en la Fig. 7, para una pulpa de papel con una consistencia del 6% B.D. el NPSHd debe ser entre 11,60 y 13,50 metros como mínimo y la velocidad de ingreso de la pulpa al impulsor no debe sobrepasar 1,4 metros por segundo.

8. PROBLEMAS Y SU APLICACION (Ver figura 8)

8.1. Ejemplo.— Se debe instalar una bomba centrífuga a 3000 mts. de altura sobre el nivel del mar y, que de acuerdo a sus curvas de fábrica tiene un NPSH de 2.50 mts. con el caudal deseado. Esta bomba debe succionar desde un reservorio abierto a la atmósfera que contenga agua fría a 20°C. El nivel más desfavorable de succión alcanza a 6 mts. y las pérdidas hidráulicas en la tubería de la succión alcanzan a 0.2 mts. (Fig. 8.1).

Desarrollo:

P	=	0	Presión adicional
Pa	=	7,05 m	Presión atmosférica a 3000 mts. sobre el nivel del mar.
PvP	=	0,238 m	Presión de vapor del agua a 20°C
GE	=	0,9982 kg/dm ³	Gravedad específica del agua a 20°C
hsg	=	- 6 m	Desnivel más favorable
hsf	=	0,2 m	Pérdidas por fricción en la succión
NPSH _r	=	2,50 m.	De acuerdo a la curva de la bomba.

Cálculo:

$$NPSH_d = \frac{P - Pa - PVP}{G.E.} - hsg - hsf$$

$$\frac{0 + 7,05 - 0,238}{0,9982} - 6 - 0,2 = 0,62 \text{ mts.}$$

Comentario:

Debido a que el NPSH_d 0,62 mts. de la instalación es menor al NPSH_r 2,5 mts. de la bomba, el sistema no funcionará; por lo tanto, se deberá disminuir el nivel de succión (H_{sg}) hasta obtener un NPSH_d mayor que el NPSH_r (H_{sg} = máx. 3,6 m.).

8.2 Ejemplo.— Similar al caso anterior (8.1) pero la ubicación de la bomba será 300 mts. sobre el nivel del mar.

Desarrollo:

P	=	0	Presión adicional
Pa	=	10 m	Presión atmosférica a 300 mts. sobre el nivel del mar.
PVP	=	0,238 m	Presión de Vapor del agua a 20°C
GE	=	0,9982 kg/dm ³	Peso específico del agua a 20°C
hsg	=	- 6 m	Desnivel más desfavorable
hsf	=	0,2 m	Perdidos por fricción en la succión
NPSH _r	=	2,5 m	De acuerdo a la curva de la bomba.

Cálculo:

$$NPSH_d = \frac{0 + 10 - 0,238}{0,9982} - 6 - 0,2 = 3,579$$

Comentario:

Debido a que el NPSHd de 3,6 mts. de la instalación es mayor que el NPSHr de 2,5 mts. de la bomba, el sistema funcionará bien.

8.3. Ejemplo.— Se debe instalar una bomba centrífuga a 2000 mts. de altura sobre el nivel del mar y, que de acuerdo a sus curvas de fábrica tiene un NPSHr de 3,20 mts. con el caudal deseado. Esta bomba debe succionar de un reservorio abierto a la atmósfera y que contiene agua a 80°C. El nivel más desfavorable de succión es + 1,50 mts. (instalación adyacente al reservorio y el plano de referencia de la bomba, se encuentra bajo el nivel del líquido). Las pérdidas hidráulicas en la tubería de succión alcanza a 0,20 mts. (Fig. 8.2).

Desarrollo:

P	=	0	Presión adicional
Pa	=	8,00 m.	Presión atmosférica a 2000 mts. sobre el nivel del mar
PvP	=	4,829 m	Presión de vapor del agua a 80°C
GE	=	0,9718 kg/dm ³	Peso específico del agua a 80°C
hsg	=	+ 1,50 m.	Desnivel más desfavorable +
hsf	=	0,2 m	Pérdidas por fricción en la succión
NPSHr	=	3,2 m.	De acuerdo a la curva de la bomba.

Cálculo:

$$\text{NPSHd} = \frac{P - Pa - PvP}{G.E.} \pm hsg - hsf$$

$$\text{NPSHd} = \frac{0 - 8,0 - 4,829}{0,9718} \pm 1,50 - 0,2 = 4,56 \text{ m.}$$

Comentario:

Debido a que el NPSHd de 4,56 de la instalación es mayor que el NPSHr de 3,20 mts. de la bomba, el sistema funcionará bien.

8.4. Ejemplo.— Se debe instalar una bomba centrífuga a 150 mts. de altura sobre el nivel del mar y, que de acuerdo a sus curvas de fábrica tiene un NPSHr de 4 mts. con el caudal deseado. Se debe succionar de un reservorio cerrado que contiene Butano I y, que está sometido a una presión adicional de 2 kg/cm², tiene 32°C. La presión de vapor es de 3,09 kg/cm² y su peso específico 0,58 kg/dm³. La altura estática más desfavorable del nivel del líquido con respecto a la línea de referencia de la bomba es de + 6,5 mts. Las pérdidas hidráulicas en la tubería de succión alcanza a 0,60 mts. (Fig. 8.4).

Desarrollo:

P	=	2 kg/cm ² = 20 m.	Presión adicional
Pa	=	10 mts.	Presión atmosférica del lugar
PvP	=	3,09 kg/cm ² = 30,9 m	Presión de vapor Butano I a 32°C

GE	=	0,58 kg/dm ³	Gravedad específica Butano I a 32°C
hsg	=	+ 6,5 m	Desnivel más desfavorable +
hsf	=	0,60 m	Pérdida por fricción en la succión
NPSHr	=	4 m	De acuerdo a la curva de la bomba.

Cálculo:

$$\text{NPSHd} = \frac{-P - P_a - P_vP}{G.E.} - h_{sg} - h_{sf}$$

$$\text{NPSHd} = \frac{-20 - 10 - 30,9}{0,58} - 6,5 - 0,60 = 4,34 \text{ m.}$$

Comentario:

Según el Capítulo 7.1 el NPSHr puede ser corregido $4 \times 0,99 = 3,96$ m. Debido a que el NPSHd de 4,34 mts. es mayor que el NPSH requerido por la bomba 3,96 mts., el sistema funcionará bien.

5. Ejemplo.— Se debe instalar una bomba centrífuga a 500 mts. de altura sobre el nivel del mar y, que de acuerdo a sus curvas de fábrica tiene un NPSHr de 2,80 mts. con el caudal deseado. Esta bomba debe succionar de un reservorio cerrado, que está bajo vacío de 24" de Hg. El líquido a bombear es agua a 40°C, y la altura estática más desfavorable del nivel del líquido con respecto a la línea de referencia de la bomba es de 3 mts. Las pérdidas hidráulicas en la tubería de succión alcanza los 0,50 mts. (Fig. 8.3).

Desarrollo:

P	=	Vacío 24" Hg. = - 8,13 m.	Presión Negativa
P _a	=	9,73 m.	Presión atmosférica del lugar.
P _{vP}	=	0,752 m.	Presión de vapor del agua a 40°C
GE	=	0,9921 kg/dm ³	Peso específico del agua a 40°C
h _{sg}	=	- 3 m.	Desnivel más desfavorable.
h _{sf}	=	0,50 m.	Pérdida por fricción en la succión.
NPSHr	=	2,80 m.	De acuerdo a la curva de la bomba.

$$\text{NPSHd} = \frac{-P - P_a - P_vP}{G.E.} - H_{sg} - H_{sf}$$

$$\text{NPSHd} = \frac{-8,13 - 9,73 - 0,752}{0,9221} - 3 - 0,50 = 3,4 \text{ m.}$$

Comentario:

Debido a que el NPSHd de 3,4 metros de la instalación es mayor que el NPSHr de 2,80 metros de la bomba, el sistema funcionará.

9. TABLAS

TABLA No. 1
PRESION DE VAPOR DEL AGUA

Temperatura		Peso Específico Kg/dm ³	Presión de Vapor P. V. P.	
C ^o	F ^o		M. Abs.	P.SI.Abs.
0	32	0,9998	0,062	0,088
5	41	1,0000	0,089	0,127
10	50	0,9996	0,125	0,1781
15	59	0,9990	0,174	0,247
20	68	0,9982	0,238	0,338
25	77	0,9970	0,323	0,459
30	86	0,9955	0,432	0,614
35	95	0,9939	0,573	0,815
40	104	0,9921	0,752	1,070
45	113	0,9900	0,977	1,389
50	122	0,9880	1,258	1,789
55	131	0,9857	1,605	2,283
60	140	0,9831	2,031	2,889
65	149	0,9804	2,550	3,627
70	158	0,9777	3,177	4,519
75	167	0,9748	3,931	5,591
80	176	0,9718	4,829	6,869
85	185	0,9687	5,894	8,383
90	194	0,9653	7,149	10,168
95	203	0,9619	8,619	12,259
100	212	0,9583	10,332	14,696

TABLA No. 2
DISMINUCION DE LA PRESION ATMOSFERICA

Altura sobre el Mar		Pa	
M	FT	M	PSI
0	0	10,33	14,69
250	820	10,03	14,26
500	1640	9,73	13,83
750	2460	9,43	13,41
1000	3280	9,13	12,98
1250	4101	8,83	12,55
1500	4921	8,53	12,13
1750	5741	8,25	11,73
2000	6561	8,00	11,36
2250	7381	7,75	11,02
2500	8202	7,57	10,68
2750	9022	7,28	10,35
3000	9842	7,05	10,02
3250	10662	6,83	9,71
3500	11483	6,62	9,42
3750	12303	6,41	9,12
4000	13123	6,20	8,82
4250	13943	5,98	8,52
4500	14764	5,78	8,22

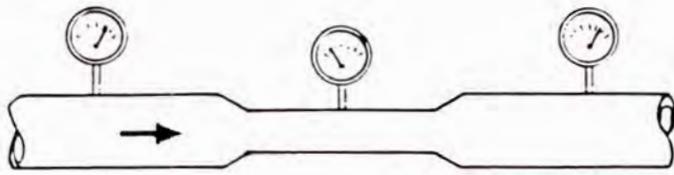


Fig. 1

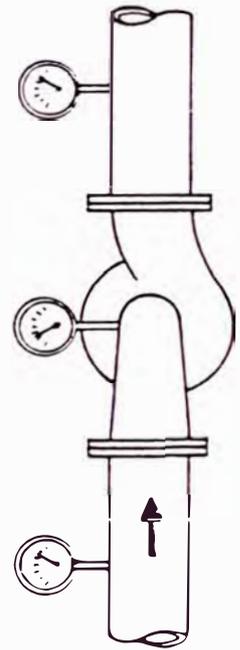


Fig. 2

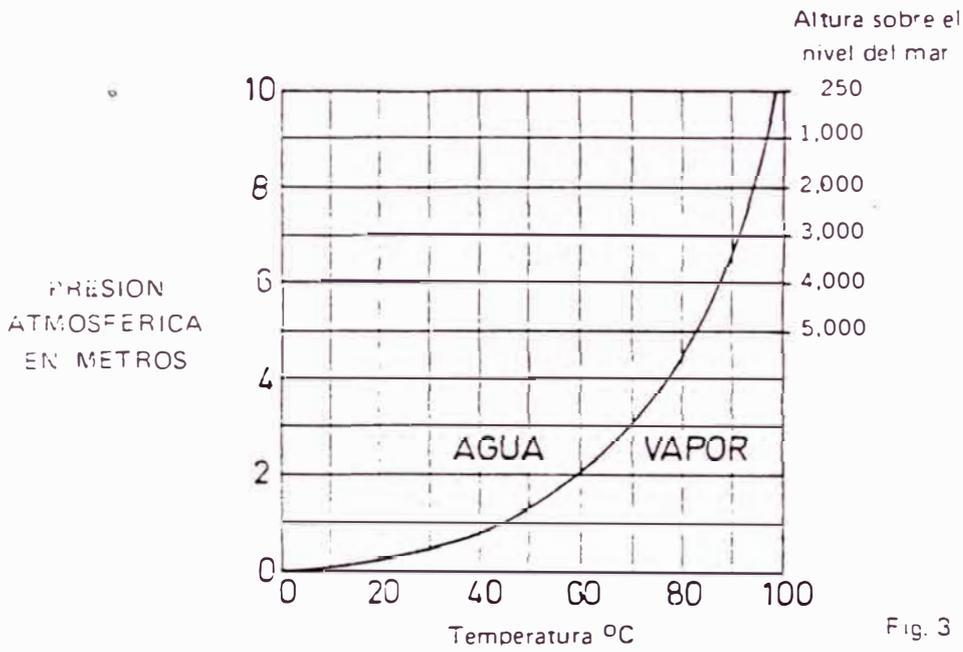


Fig. 3

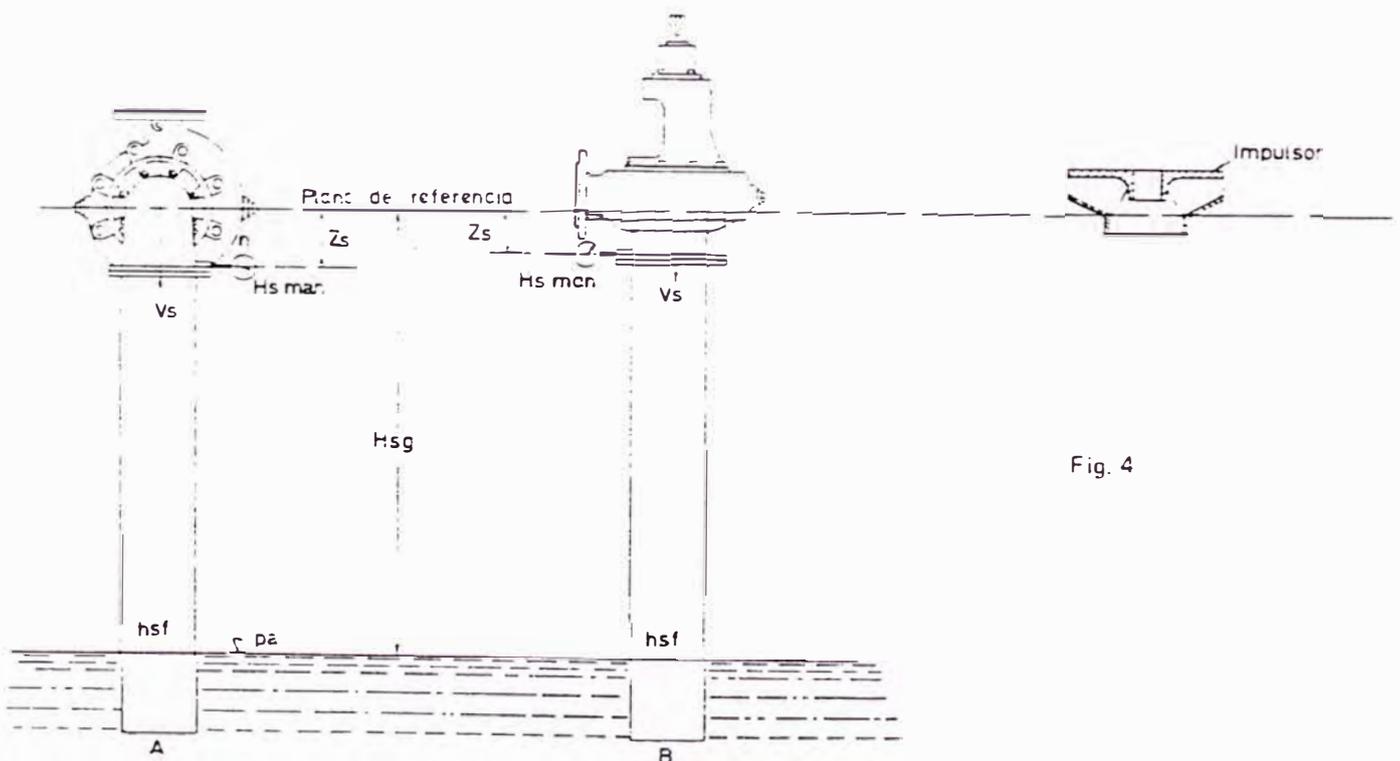


Fig. 4

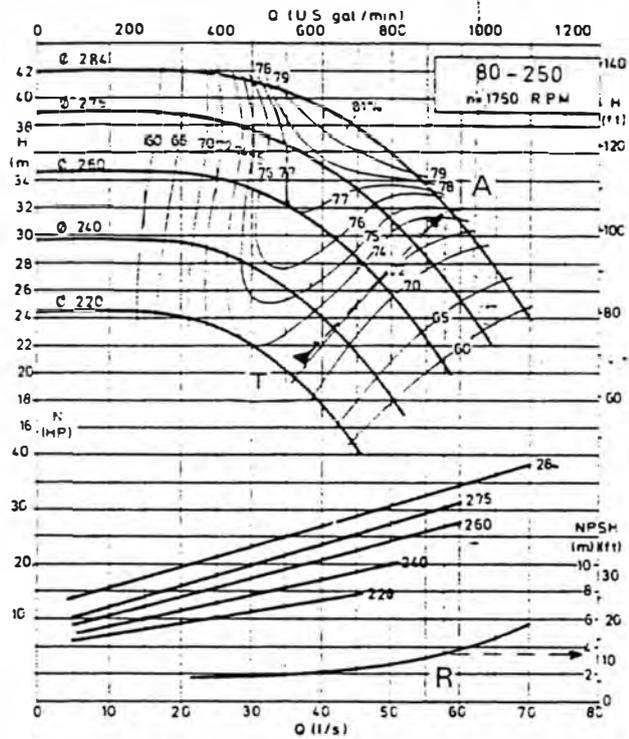


Fig. 5

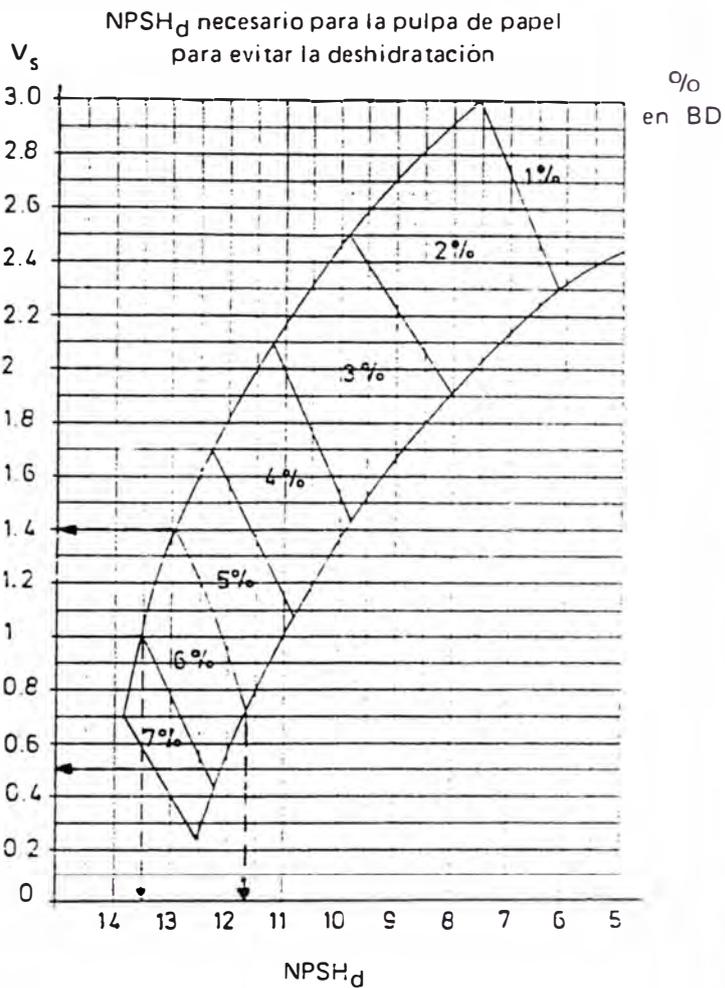


Fig. 7

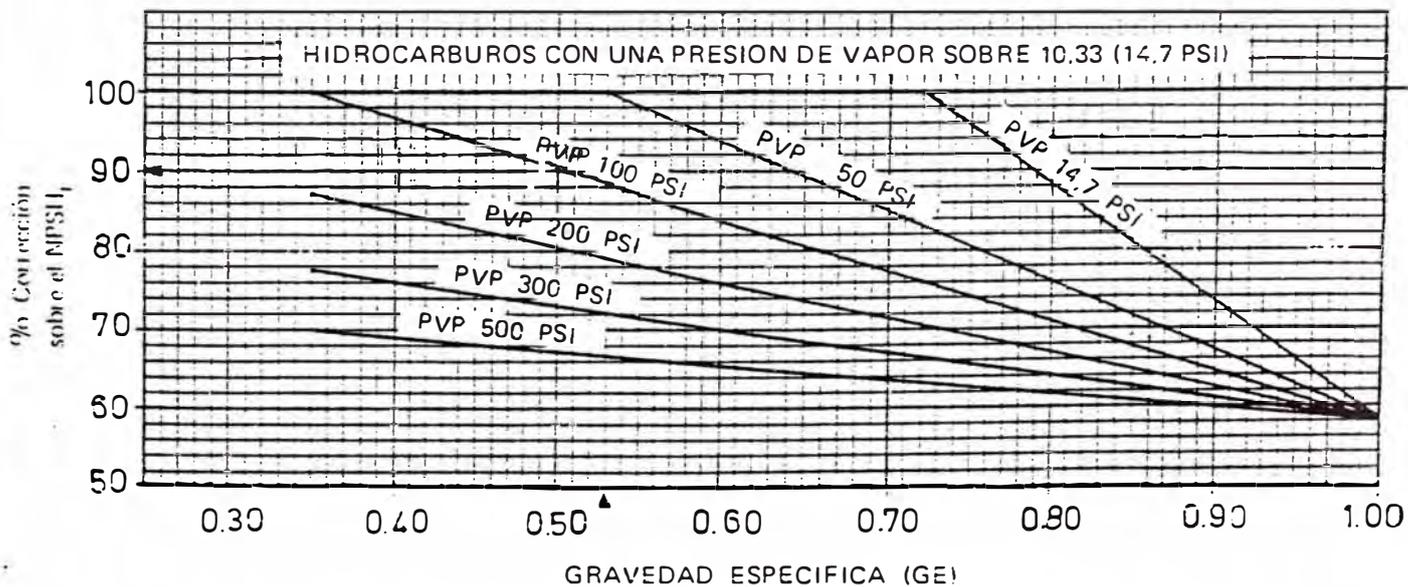


Fig. 6

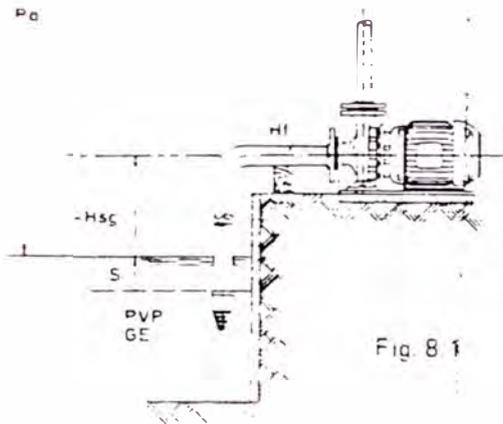


Fig. 8.1

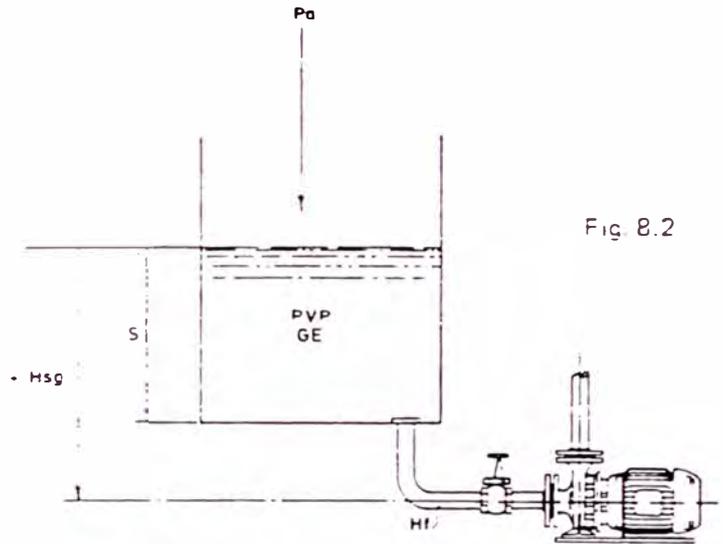


Fig. 8.2

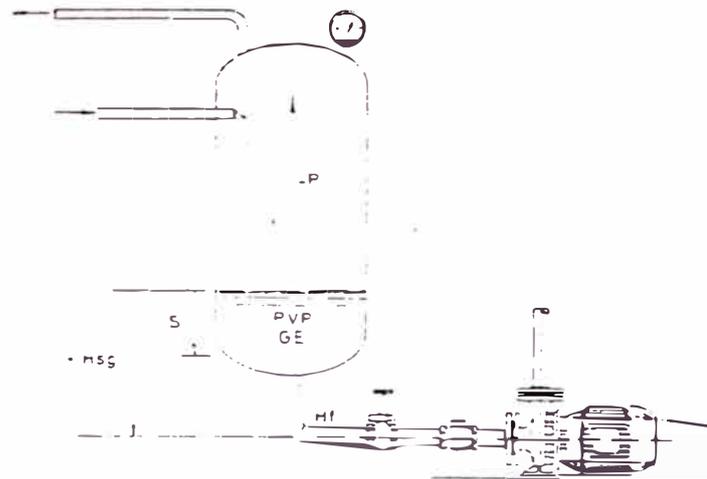


Fig. 8.3

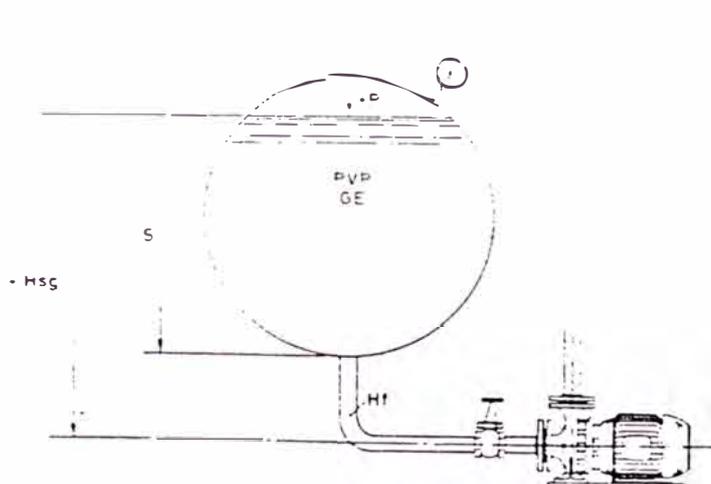


Fig. 8.4

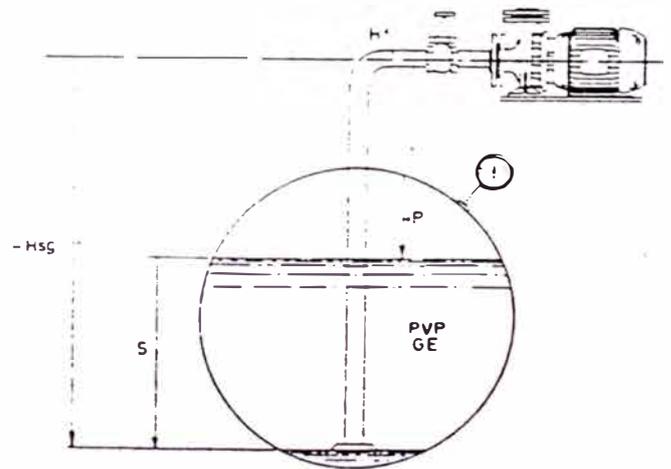


Fig. 8.5

Nota: S debe ser sumado o restado a Hsg, según el caso.

ANEXO B:.

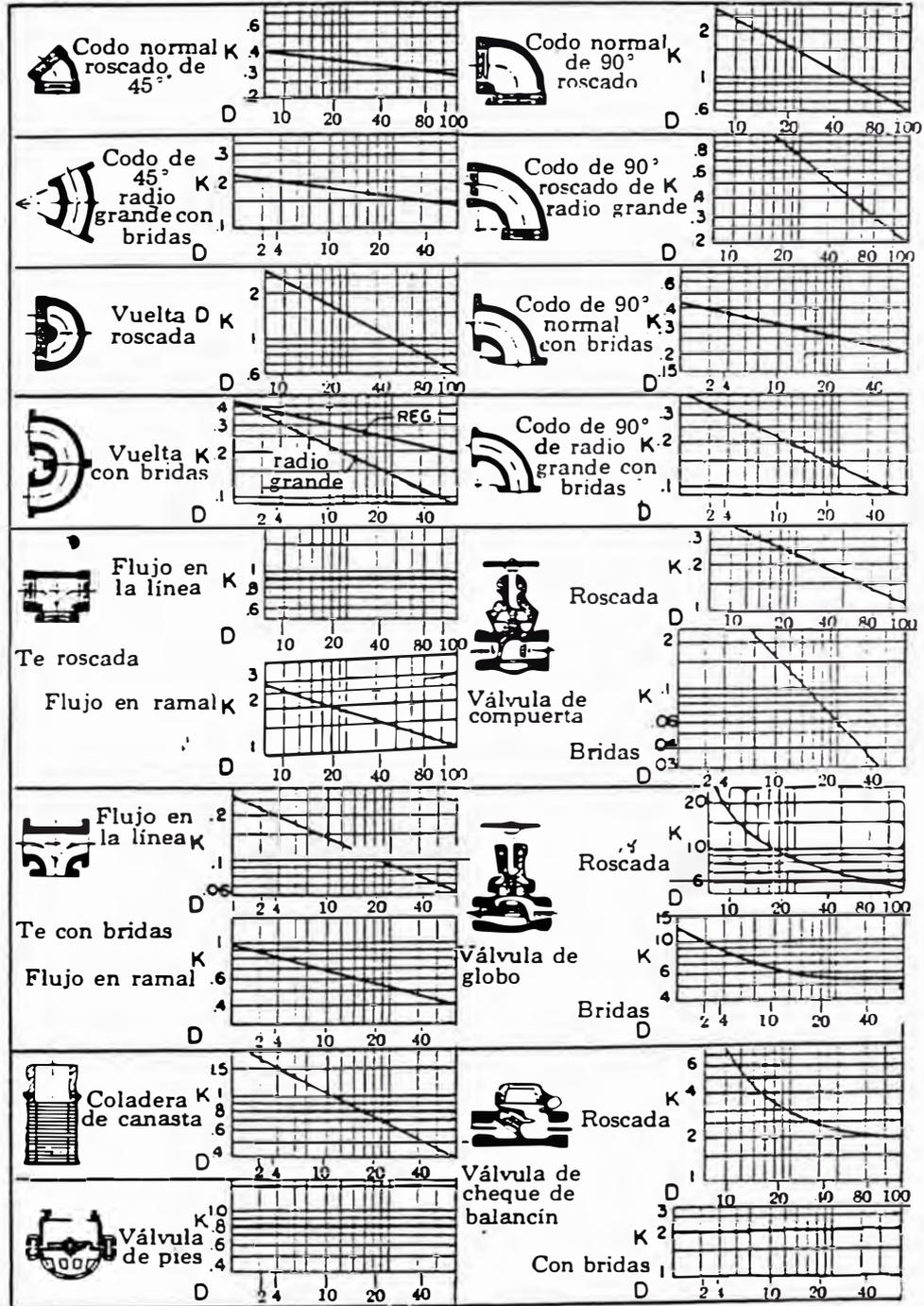
Pérdidas secundarias.

B1 : Coeficiente K

B2 : Longitud equivalente L_e .

ANEXO B1

Tabla 4-3. Coeficiente de Resistencia para Accesorios de Tubería. *



* Cortesia del Hidraulic Institute. $h = k \frac{v^2}{2g}$ metros de fluido.

ANEXO B2

Tabla 4-2. Resistencias de Accesorios y Válvulas.

(Longitud equivalente de tubo recto, en m dando la resistencia equivalente)

Tamaño de tubo en mm								
	Codo normal	Codo de radio medio	Codo de radio grande	Codo de 45	Te	Válvula de compuerta abierto	Válvula de globo abierta	Eje de balancín abierto
25.4	0.82	0.70	0.52	0.39	1.77	0.18	8.23	2.04
50.8	1.68	1.40	1.06	0.76	3.35	0.36	17.38	3.96
76.2	2.47	2.07	1.55	1.16	5.18	0.52	25.92	6.10
101.6	3.35	2.77	2.13	1.52	6.71	0.70	33.55	8.23
127.0	4.27	3.66	2.71	1.86	8.23	0.88	42.70	10.06
152.4	4.88	4.27	3.35	2.35	10.06	1.06	48.80	12.20
203.2	6.40	5.49	4.27	3.05	13.11	1.37	67.10	16.16
254	7.93	6.71	5.18	3.96	17.08	1.74	88.45	20.43
304.8	9.76	7.93	6.10	4.57	20.13	2.04	103.70	24.40
355.6	10.98	9.45	7.01	5.18	23.18	2.44	118.95	28.36
406.4	12.81	10.67	8.23	5.79	26.53	2.74	131.15	32.63
457.2	14.03	12.20	9.15	6.40	30.50	3.11	152.50	36.60
508	15.86	13.11	10.37	7.01	33.55	3.66	170.80	40.87
609.6	19.21	16.16	12.20	8.54	42.70	4.27	207.40	48.80
914.4	28.67	24.09	18.30	13.11	61.00	6.10	305.00	73.20

ANEXO C:.

Contrato y principales equipos.

C1 : Contrato de mantenimiento preventivo 93-94

C2 : Prórroga del contrato 94-95

C3 : Principales equipos

- **Electrobombas monoblock**
Norma ISO/ DIS 2858
- **Electrobombas verticales**
Para sólidos tipo VN

ANEXO C1



CONTRATO DE SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
EQUIPOS DE BOMBEO AGENCIAS LIMA METROPOLITANA

Conste por el presente documento el contrato de servicio de mantenimiento preventivo de los equipos de bombeo, que celebran de una parte la firma EMINSA CONTRATISTAS GENERALES ELECTROMECHANICA INDUSTRIAL S.A., con R.U.C. 11120026, con domicilio legal en la Av. Javier Prado No. 3096, San Borja - Lima, debidamente representada por el Ing. Percy Palacios Criollo, identificado con L.E. 09159737, a quien en adelante se le denominará el PROVEEDOR y de la otra parte el BANCO CONTINENTAL con R.U.C. 10013020, con domicilio legal en la Av. República de Panamá No. 3055, San Isidro - Lima, debidamente representada por sus mandatarios señores Ing. Pedro Lozano Ríos y Armando Bustamante Parodi, facultados según poderes inscritos en los asientos 402 y 813, fojas 462 y 126, del tomo 420 y 354, respectivamente, del Registro Mercantil de Lima, a quien en adelante se le denominará el PROPIETARIO.

El contrato se celebra en los términos y condiciones siguientes:

PRIMERO

De conformidad con su presupuesto de fecha 25 de marzo de 1993, el mismo que ha sido aprobado mediante carta EIL-045/93 del 30 de abril de 1993 y en el cual el PROVEEDOR oferta el servicio técnico de mantenimiento preventivo de los equipos de bombeo de las 12 Agencias del Banco Continental, razón por la que se suscribe el presente contrato y se cumplirá de acuerdo a su contenido y a lo especificado en la oferta.

SEGUNDO

El PROPIETARIO contrata los servicios técnicos de mantenimiento de los equipos de bombeo siguientes:

1. Agencia Av. Perú

- 01 electrobomba Hidrostal modelo A1C-1.4, serie 91070209
- 01 arrancador directo (Siemens)
- 02 controles de nivel (cisterna y tanque elevado)

2. Agencia Comas

- 01 electrobomba Hidrostal, modelo BIC-03, serie 8111208
- 02 controles de nivel (tanque elevado y cisterna)

3. Oficina Central Lima

- a) Agua: compuesto por:

[Handwritten signature and scribbles]



02 electrobombas Hidrostal de 6.6 HP
01 tanque hidroneumático de 500 galones
01 compresora de 1/2 HP
02 electrobombas Hidrostal de 4.8 HP
01 tablero autosoportado

b) Contra Incendio: compuesto por:

01 electrobomba Hidrostal de 12 HP
01 guardamotor

c) Pozo Séptico: compuesto por:

02 electrobombas de eje vertical Hidrostal de 6.6 HP
01 tablero alternador

4. Agencia Arenales

a) Agua: compuesto por:

01 equipo hidroneumático de 300 galones
02 electrobombas de 5 HP cada una, modelo EI1-11, series
B1=8802667 y B2=89090027, respectivamente
01 tablero alternador
01 compresora de 1/2 HP

b) Contra Incendio: compuesto por:

01 electrobomba Hidrostal 50-160, 24 HP, serie 88120244
01 tablero alternador

c) Pozo Séptico: compuesto por:

02 electrobombas sumergibles de 1.2 HP, modelo A2D-1.2
01 Tablero alternador

5. Agencia Centro Comercial Aurora

a) Agua: compuesto por:

- 02 electrobombas Hidrostal, mod.B1-2.5, serie B1=8206348
01 tablero alternador B2=ilegible

b) Contra Incendio: compuesto por:

- 01 electrobomba Hidrostal de 6.6 HP, modelo 32-160-6.6,
/serie 82106557
- 01 arrancador directo



c) Pozo Séptico: compuesto por:

- 01 electrobomba sumergible monofásica
- 01 llave Ticino 2x30A

6. Agencia Apolo

- 01 electrobomba Hidrostral de 0.6 HP, modelo A1C, serie 92050156

7. Archivo Economato Valdiviezo: compuesto por:

a) Agua: Equipo "A":

- 02 electrobombas Hidrostral de 1 HP cada una, modelo BIC-1, serie B1=70866393
- 01 tablero alternador (contactores Siemens)
- 02 llaves termomagnéticas de 2x20A cada una.

Equipo "B":

- 02 electrobombas Hidrostral de 1.4 HP, modelo A1E-1.4, serie B1=91080505 y B2=91080509
- 01 tablero alternador (contactores Telemanique)

b) Contra Incendio:

- 01 electrobomba Hidrostral, modelo C-1 1/2x2, serie 91060061 de 8.6 HP.
- 01 arrancador directo (contactor, relé Telemanique)

8. Centro de Esparcimiento Chaclacayo:

a) Agua:

- 01 bomba de pozo de 15 HP, marca Peerless con motor Delcrosa, lubricada por aceite
- 01 tablero arrancador estrella triángulo
- 01 bomba de pozo de 5 HP, marca Electrical Motors
- 01 arrancador directo (Telemanique)
- 02 electrobombas Hidrostral autocebantes de 6.6 HP cada una (piscina adultos), series B1: 8407101, B2: 8409210.
- 02 arrancadores directos
- 01 electrobomba autocebante General Electric de 1 1/2HP (piscina niños)
- 01 arrancador directo

9. Galería de la Exposición Miraflores

a) Agua:

- 02 equipos hidroneumáticos alternos B1=modelo B1-2.5 serie 82122775 y B2=modelo B1x1 1/2 serie 91090142, 3.4 HP.

..Pág.4



- b) Pozo Séptico
 - 02 bombas sumergibles

10. Oficina Central Miraflores

- a) Agua: Equipo Hidroneumático, compuesto por:
 - 02 bombas Mark 4CV, series B1-27100772 y B2-27016931
- b) Contra Incendio:
 - 01 electrobomba marca Redwood Pump
- c) Pozo Séptico:
 - 02 bombas de 6 HP cada una, marca Peerless

11. Agencia Chacarilla del Estanque

- a) Agua:
 - 02 electrobombas Hidrostal modelos BIC-05
 - 01 tablero alternador

12. Agencia Callao 1

- a) Agua:
 - 02 electrobombas Hidrostal modelos A1C-1.4HP, series:
B1-92020079 y B2-92020195.
 - 01 tablero alternador
 - 02 controles de nivel (cisterna y ranque elevado)

TERCERO

El alcance del programa de mantenimiento es el siguiente:

La frecuencia será trimestral para revisar el estado de los equipos y lubricación de partes, a cumplirse en forma estricta, considerando que los equipos tendrán un ritmo de trabajo en forma continua y visitas a solicitud del PROPIETARIO en caso de emergencia

CUARTO

En el servicio de mantenimiento de los equipos, se incluye lo siguiente:



- a. Revisión de contactores y relés
- b. Medición de las corrientes
- c. Limpieza de contactores
- d. Revisión de controles de nivel
- e. Ajuste de prensa estopa
- f. Lubricación por grasera (en los casos que utilicen los equipos lubricación por grasa)
- g. Mano de obra para la ejecución del servicio, incluye todos los pagos, beneficios y leyes sociales, pasajes del personal, insumos y materiales, tales como grasa, waipe, teflón, etc.

QUINTO

El pago del servicio de mantenimiento propuesto se realizará en forma trimestral a la presentación de la factura y la constancia del servicio firmada por el personal autorizado por el PROPIETARIO.

El importe total de los servicios de mantenimiento preventivo de los equipos indicados en el presente contrato será de S/. 780,00 (Setecientos Ochenta Nuevos Soles) más el I.G.V. vigente a la fecha de factura trimestral, cuyos importes parciales aprobados por Agencias anotamos a continuación, los cuales no sufrirán reajuste alguno durante la vigencia del Contrato.

1. Agencia Avenida Perú	S/. 35,00 más IGV
2. Agencia Comas	S/. 35,00 más IGV
3. Oficina Central Lima	S/. 87,00 más IGV
4. Agencia Arenales	S/. 87,00 más IGV
5. Agencia Centro Comercial Aurora	S/. 70,00 más IGV
6. Agencia Apolo	S/. 35,00 más IGV
7. Archivo Economato Valdiviezo	S/. 87,00 más IGV
8. Centro Esparcimiento Chaclacayo	S/. 87,00 más IGV
9. Galería de la Exposición Miraflores	S/. 70,00 más IGV
10. Oficina Central Miraflores	S/. 87,00 más IGV
11. Agencia Chacarilla del Estanque	S/. 30,00 más IGV
12. Agencia Callao 1	S/. 70,00 más IGV
Costo Total	S/. 780,00 más IGV

SEXTO

El plazo de duración del presente contrato es de un año a partir del 30 de abril de 1993.

BANCO CONTINENTAL

APARTADO 3849-LIMA 100
CABLES: "CONTIBANK"
TELEX: 21281 PE. CONTIBK

LIMA-PERU
Pág. 6.



SETIMO

El personal del PROVEEDOR no tendrá vinculación laboral alguna con el PROPIETARIO.

El PROVEEDOR se responsabiliza plenamente por los accidentes de trabajo de su personal, así como de las reparaciones y/o indemnizaciones por los daños y perjuicios ocasionados a terceros o a la propiedad del PROPIETARIO, durante la realización de sus trabajos.

OCTAVO

Durante el plazo señalado el PROPIETARIO o PROVEEDOR podrá disolver este contrato automáticamente, previa carta cursada al PROVEEDOR o PROPIETARIO, con una anticipación de 30 días. Esta situación no generará indemnización alguna en favor del PROVEEDOR o PROPIETARIO, por ningún concepto.

Vencido el plazo mencionado el contrato podrá ser renovado de común acuerdo entre las partes, mediante carta simple.

Se firma el presente documento que consta de seis páginas, en original y dos copias, a los treinta días del mes de abril de mil novecientos noventitres.

BANCO CONTINENTAL

p.p.

EMINSA CONTRATISTAS GENERALES
ELECTROMECHANICA INDUSTRIAL S.A.

p.p.



BANCO CONTINENTAL

APARTADO 3849 - LIMA 100 LIMA - PERU
CABLES: "CONTIBANK" TELEX: 21282 PE CONTIBANK
SWIFT: BCON PE PL FAX: (0051) (014) 409037

EIL - 023/94

ANEXO C2

San Isidro, 20 de Abril de 1994

Señores
EMINSA Contratistas Generales
Ciudad.

Ref.: Mantenimiento de tableros eléctricos y electrobombas en
Agencias de Lima Metropolitana.

De nuestra consideración:

Les comunicamos nuestra aprobación a la prórroga del contrato
de la referencia, en los términos siguientes:

- 1. Duración : hasta el 95.04.30
- 2. Frecuencia : Trimestral
- 3. Monto Trimestral fijo e invariable hasta el 95.04.30

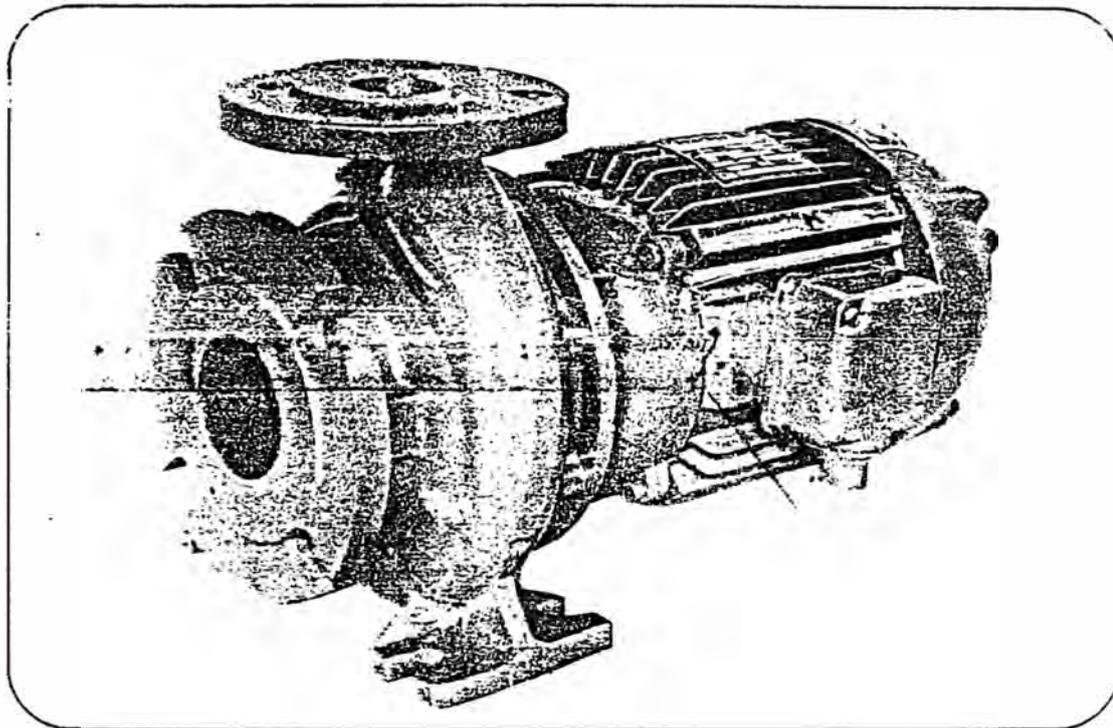
S/. sin incl. I.G.V.

. Av. Perú	42.00
. Comas	42.00
. Of. Central Lima	104.40
. Arenales	104.40
. C. C. Aurora	84.00
. Apolo	42.00
. Economato <i>Vadillocezo</i>	104.40
. Chaclacayo	104.40
. Galería <i>Exposición de Miraflores</i>	84.00
. Of. Central Miraflores	104.40
. C.C. Las Rejas	42.00
. Callao 1	84.00
. Chacarilla del Estanque (*)	84.00
. Villa María del Triunfo (*)	42.00
. San Isidro (*)	84.00

(*) nuevos equipos S/. 1152.00 + I.G.V.
=====

Sin otro particular, quedamos de ustedes.
Atentamente,

BANCO CONTINENTAL



**ELECTROBOMBAS
PARA SERVICIO
A BAJO COSTO**

Requerimiento mínimo de espacio.

Fácil instalación

Colocación horizontal y vertical.

No requiere mantenimiento.

Bajo consumo de energía.

Alineamiento perfecto, no requiere base ni acoplamiento.

Todas las bombas vienen con bridas de succión y descarga milimétrica. Para mayor facilidad de instalación, las bombas vienen equipadas con contrabridas para conexión en pulgadas.

1. DESCRIPCION GENERAL

Diseñadas bajo conceptos hidráulicos avanzados, eminentemente funcionales. La ejecución según norma ISO garantiza la sustitución perfecta con las bombas de otros fabricantes, sin necesidad de cambios en la instalación. Un mínimo de componentes garantiza un servicio eficiente y libre de mantenimiento gracias a su construcción simple y robusta. Bomba y motor están unidos mediante pernos formando una unidad compacta. El impulsor está montado sobre el eje del motor especialmente diseñado para esta aplicación, evitando vibraciones y asegurando un perfecto alineamiento.

2.1 MOTOR MONOFASICO

Standard Bomba Jet Nema Frame 56 J Tipo C, aplicable para corriente monofásica de 50/60 ciclos, 115/230 voltios, 2850/3450 RPM. Con ventilación abierta a prueba de goteo; rodamientos sellados prelubricados, con protector térmico contra sobrecarga.

2.2 MOTOR TRIFASICO

Norma IEC, aplicables para corriente eléctrica de 60 ciclos 220/440 voltios o alternativamente 50 ciclos 380 voltios, girando a 3450 RPM ó 2850 RPM, con rodamientos sellados prelubricados, factor de servicio unitario, con aislamiento Clase E.

3. CAJA

Brida y base de fierro fundido Meehanite GE, alternativamente se suministran en bronce o acero inoxidable.

4. IMPULSOR

De fierro fundido Meehanite GE de alta calidad, diseñado para la máxima eficiencia de bombeo. Maquinado y balanceado electrónicamente para evitar vibraciones. Alternativamente se suministra en bronce o acero inoxidable.

5. SELLO MECANICO

Marca John Crane, construido con elementos de acero y buna, caras de cerámica y carbono permitiendo la operación en condiciones severas hasta 90°C y presiones hasta 75 PSI. No requiere ajuste o mantenimiento.

6. PRUEBAS

Cada bomba HIDROSTAL, es sometida a diversas pruebas en fábrica para garantizar un rendimiento satisfactorio en el lugar de aplicación.

APLICACIONES:

Industrias

Minería

Talleres

Edificios

Viviendas

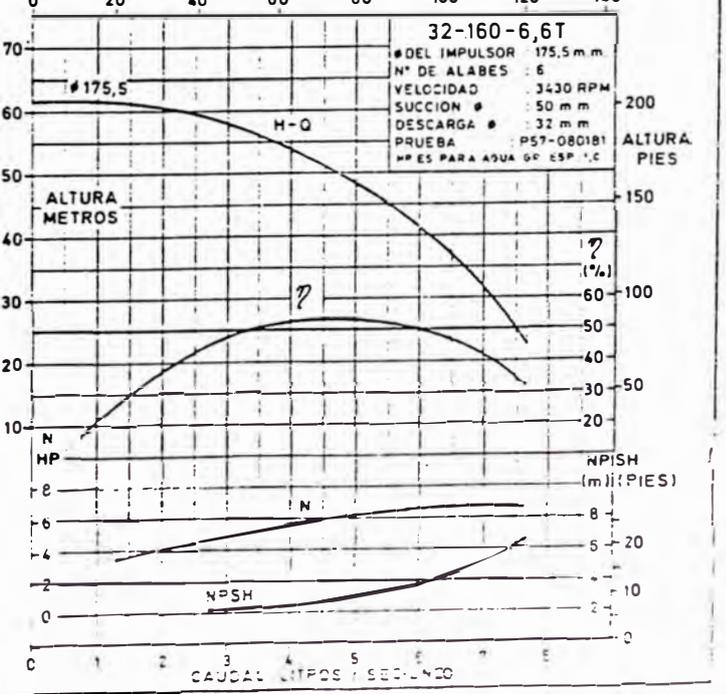
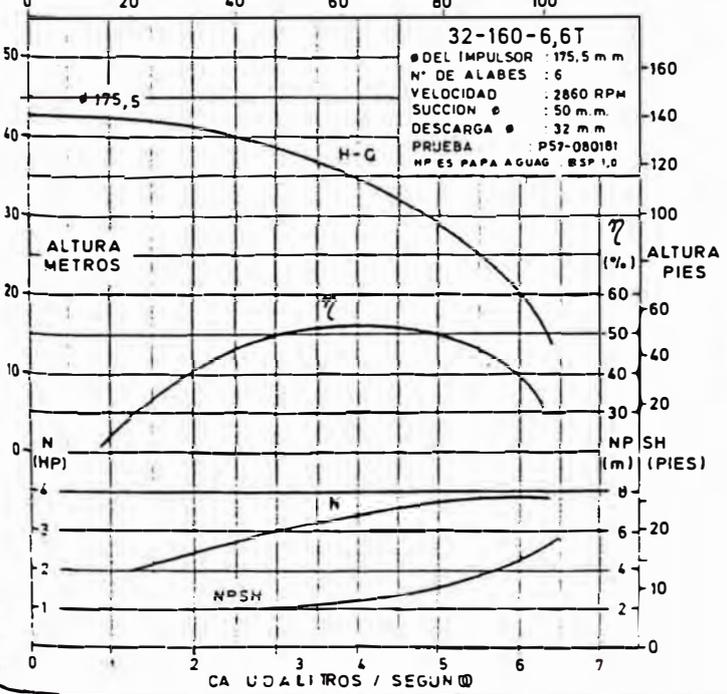
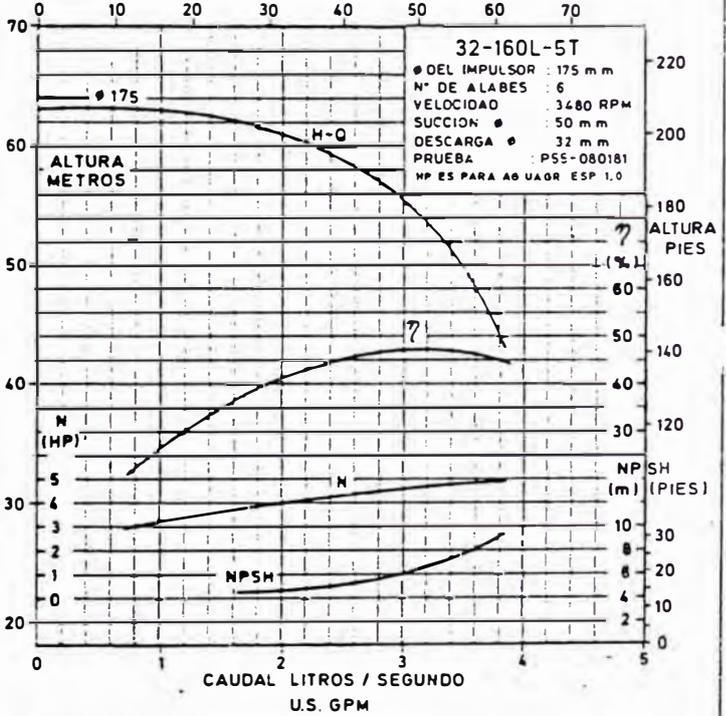
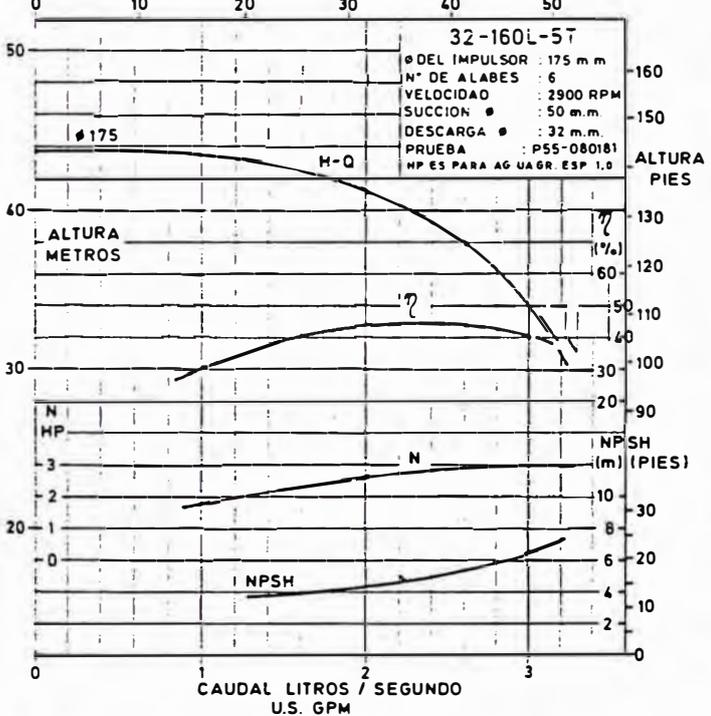
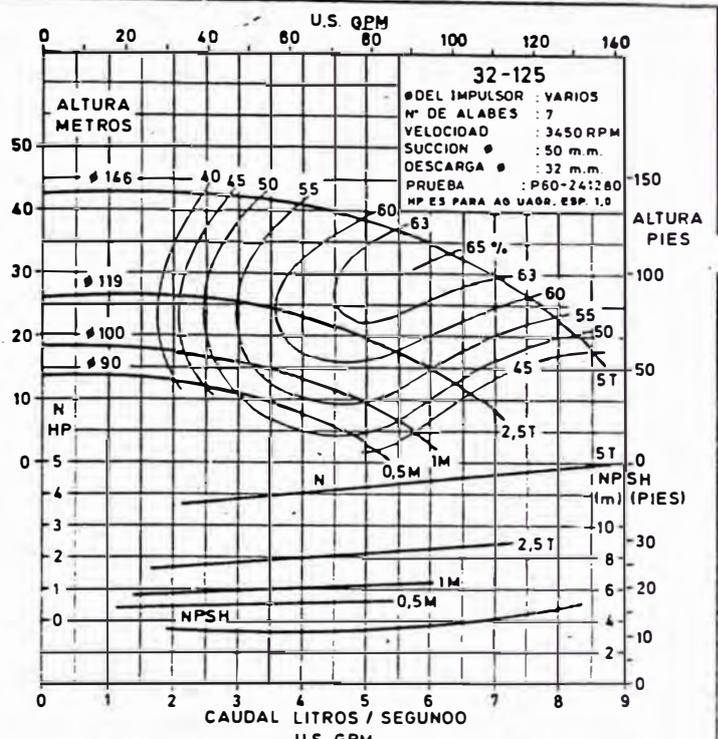
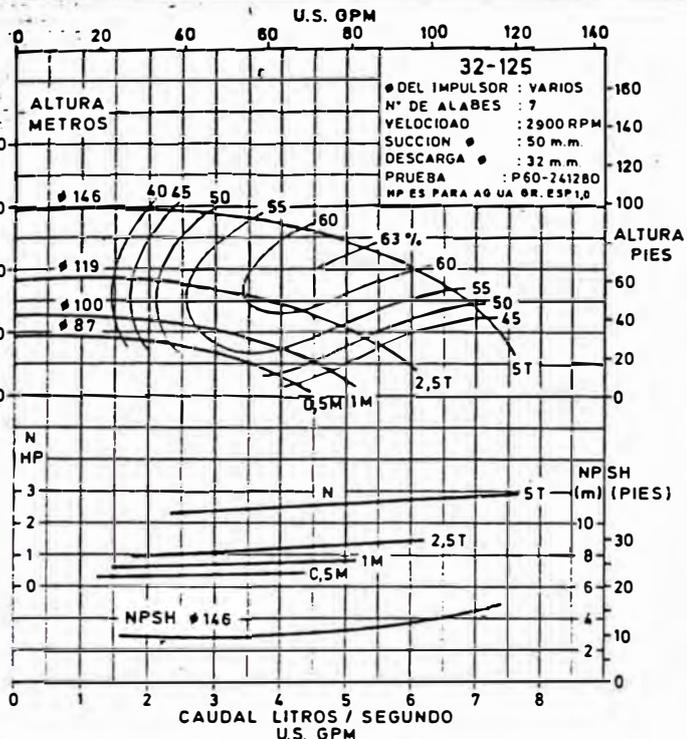
Suministro de agua potable

Recirculación

Piscinas

Sistemas de enfriamiento

Generación de presión



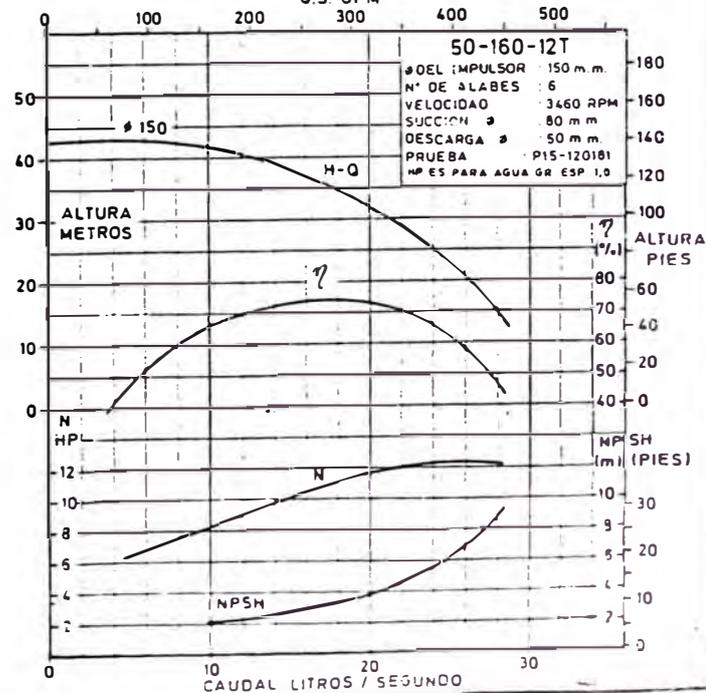
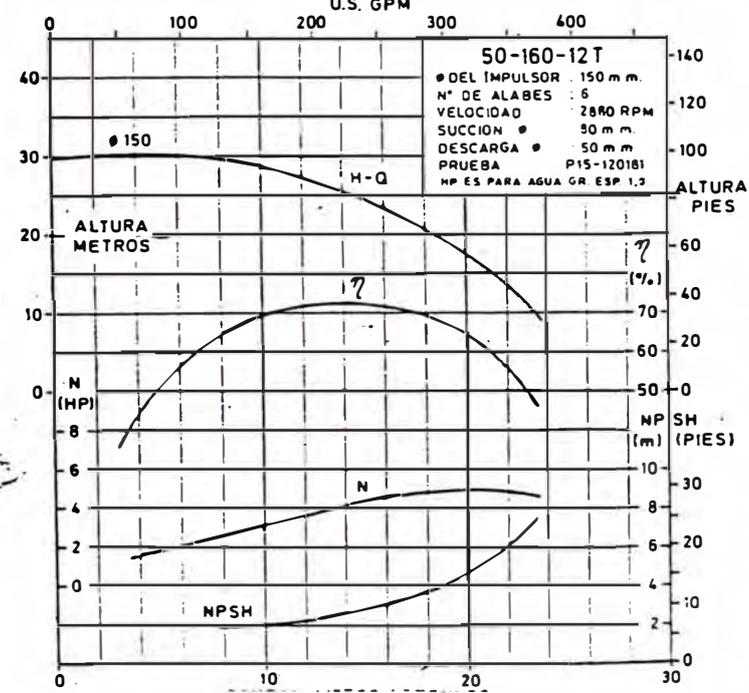
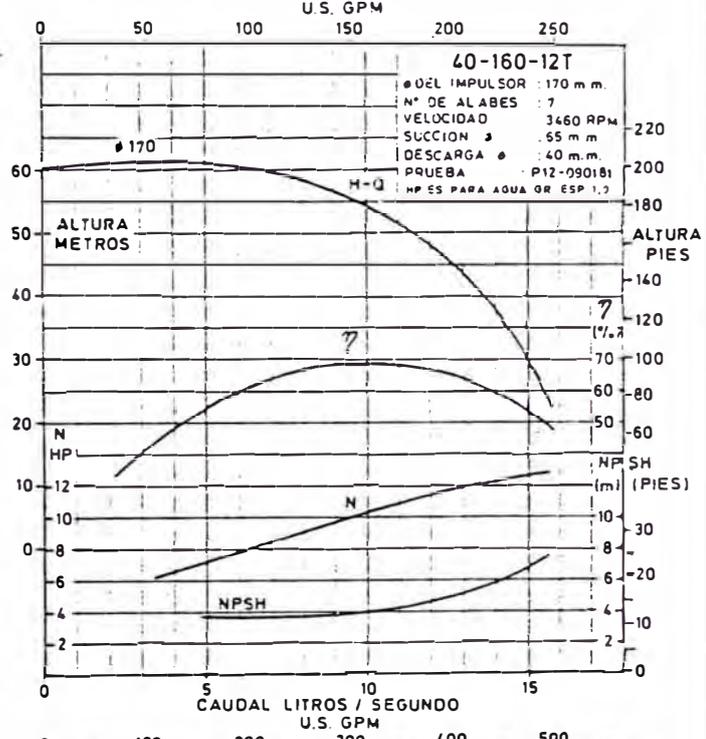
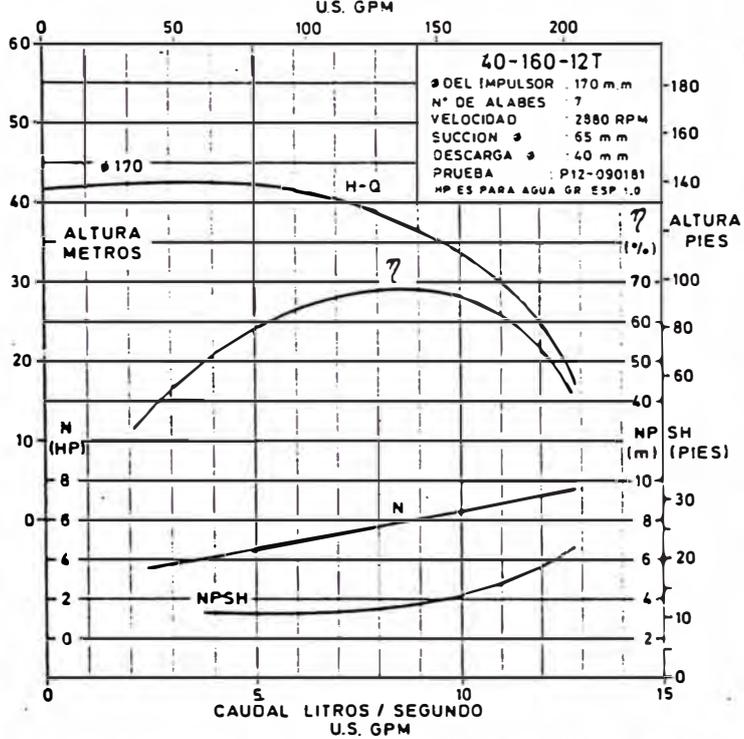
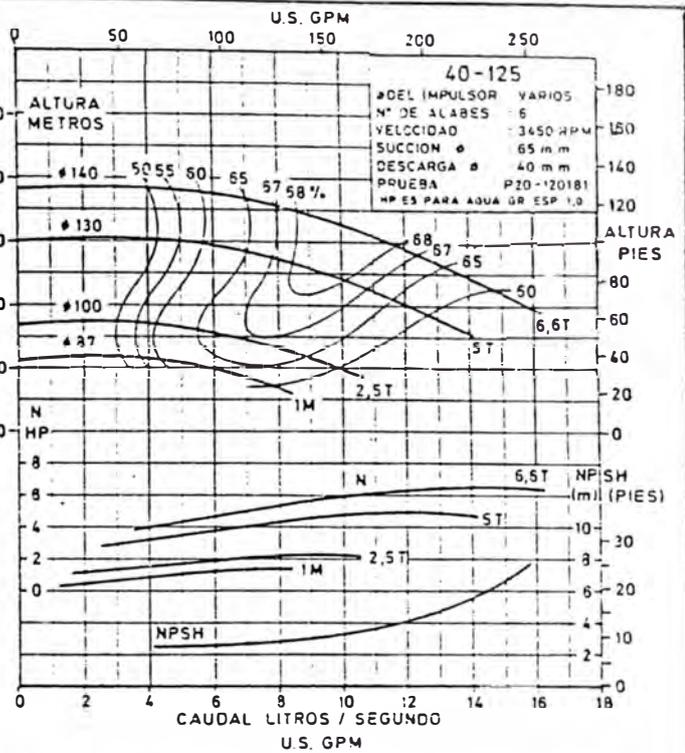
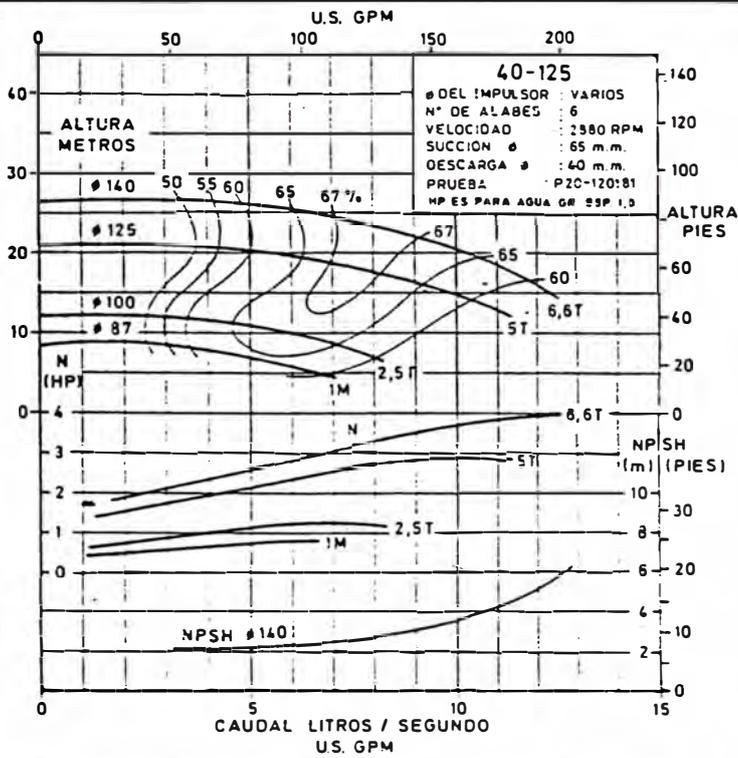


TABLA DE RENDIMIENTO (60 CICLOS)

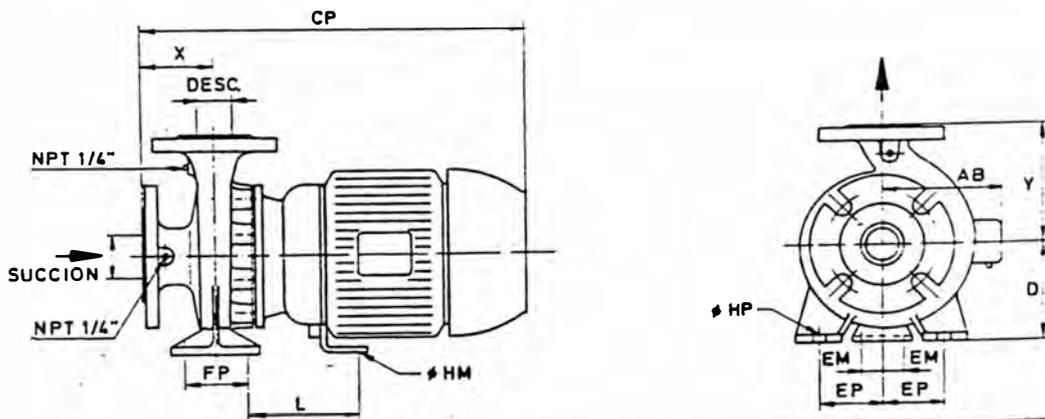
MODELO	CAUDAL LITROS / SEGUNDO								
	2	2.5	3	4	5	7.5	10	15	25
	ALTURA DINAMICA TOTAL METROS								
32-125-05M	13.2	12.2	11.1	7.9	3.5				
32-125-1M	17.5	16.8	15.8	13.0	9.0				
32-125-2.5T		26	25.5	21.2	19.7				
32-125-5T		43	42	41	39	27			
32-160L-5T	61	58.5	55.5	40					
32-160-6.6T	50.7	49.5	47.6	42.9	38	25			
40-125-1M			12.2	12	11	8			
40-125-2.5T				17.6	16.8	14	9.6		
40-125-5T				30	29.8	29	14.2	10	
40-125-6.6T					28	26	33	21	
40-160-12T						59	54	30	
50-160-12T							42	28	22

CAUDAL U.S. G.P.M.									
30	40	50	60	90	110	150	200	300	400
ALTURA DINAMICA TOTAL PIES									
44	40	35	28	11					
58	65	50	45	29					
	85	83	79	64	50				
	141	128	135	128	101				
200	193	179	150						
200	190	197	177	157	108				
		40	29	26	29				
				58	55	47	10		
					98	94	33	51	
						124	120	111	32
							196	190	150
								138	105
									110
									72

DATOS TECNICOS

MODELO	Presión Máxima (metros)	Presión de Prueba Hidrostática (metros)	Espesor de Caja (mm)	Luz Máxima entre impulsor y anillo desgate (mm)	Diámetro impulsor Máximo (mm)	Área Ojo (cm ²)	Diámetro Eje (Pulgadas)		Temperatura Máxima (°C)	Nº de Alabes	MOTOR			
							IMPULSOR	SELLO			HP	Factor de Servicio	RPM	
32-125-05M	14	65	6	0.35	30	19.6	7/16	5/8	90	7	2.5	1.6	3450	
32-125-1M	18				100		1/2	5/8			2.5	1.4		
32-125-2.5T	26				119		3/4	1.1.3			5	1.0		3480
32-125-5T	42				146		1	1.4			6	1.0		3480
32-160L-5T	52	95	7		175	12.6	3/4	1.1.3		6.5	3400			
32-160-6.6T	60				175.5	7/16	5/8	1		1.4	3450			
40-125-1M	12	70	5		37	33.2	7/16	5/8		90	6	2.5	1.0	3480
40-125-2.5T	18				100		1/2	5/8				5	1.0	3480
40-125-5T	30				125		3/4	1.1.3				6.5	1.0	3400
40-125-6.6T	38				140		1	1.4				7	1.0	3460
40-160-12T	60	100	6.5	170	50	3/4	1.1.3	8	12	3460				
50-160-12T	42	90	5	150	50			5						

TABLA DE MEDIDAS (mm.)



MODELO	SUCC.	DESC.	AB	CP	D	EM	EP	FP	Ø HM	Ø HP	L	X	Y	PESO Kgr.						
32-125-05M	30° (2")	32° (1 1/2")	71.5	397	112	75	70	70	15	15	126	80	140	23						
32-125-1M			428	24																
32-125-2.5T			136.5	426										28						
32-125-5T			146.6	463										45						
32-160L-5T			146.5	463		60	95											51		
32-160-6.6T			176.5	481		75													72	
40-125-1M	65° (2 1/2")	40° (1 1/2")	71.5	428		132	75						80	0	15	15	91	100	140	25
40-125-2.5T			135.5	426																29
40-125-5T			146.5	463																49
40-125-6.6T			176.5	481																71
40-160-12T			533	142	142		137	0			126								84	
50-160-12T	80° (3")	50° (2")	204.5	553	160		100	95	70		136									87

* SE SUMINISTRA CON CONTRABRIDAS DE ROSCA NPT (PULG.)

DISTRIBUIDO POR:

HIDROSTAL, S.A.
 Casilla 5734 Lima - Perú
 Teléfono 81-2920
 Telex 25298 PU HIDROPE

ELECTROBOMBAS VERTICALES PARA SÓLIDOS TIPO VN

Hidrostat

1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Diseñadas bajo conceptos hidráulicos avanzados, de altas eficiencias eminentemente funcionales. Su construcción robusta permite un funcionamiento contínuo en condiciones severas con un mínimo de mantenimiento. Además de la ejecución estándar, suministramos en otros materiales adecuados a cada necesidad.

2. CAJA

De fierro fundido gris ASTM A48, de tipo voluta con amplio pasaje; dimensionada para flujo a baja velocidad, cortando el desgaste por abrasión. Alternativamente se suministra en acero inoxidable ASTM A743.

3. IMPULSOR

Del tipo abierto, helicoidal y monocanal, diseñado para manejos de sólidos en suspensión sin atascarse. De fierro fundido nodular ASTM A536; alternativamente se suministra en acero inoxidable ASTM A743.

4. TAPA DE SUCCIÓN

En material estándar de fierro fundido gris ASTM A48, también se suministra en acero inoxidable ASTM A743 ó con una camiseta de desgaste de fierro fundido de alto cromo muy resistente a la abrasión ASTM A532.

5. CÁMARA DE SELLADO

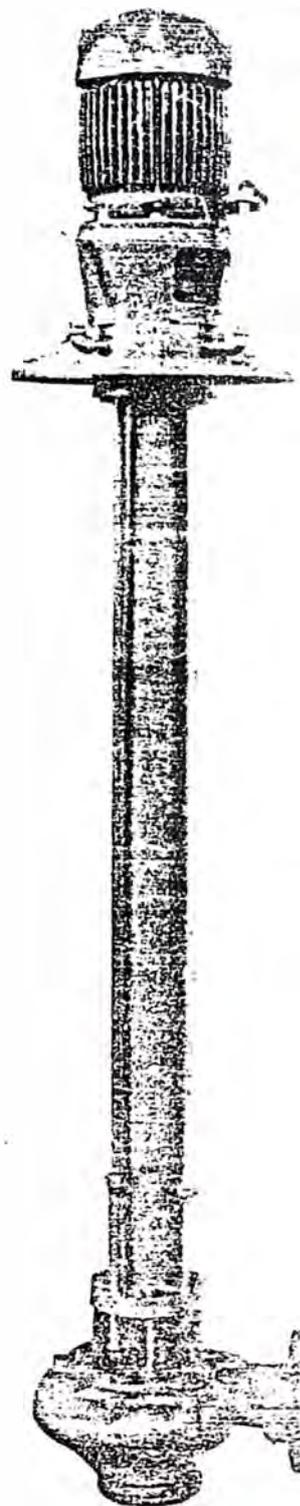
Del mismo material de la caja. Con un circuito de aceite que lubrica al sello mecánico y a la vez sirve de detección de una falla de éste, previniendo la entrada de agua a los rodajes.

6. COLUMNAS

Formadas por tubos de fierro, mecanizadas para un alineamiento perfecto de la bomba; cada tramo lleva un rodaje de apoyo que asegura un buen guiado axial. Los ejes son de acero C45 de acabado pulido, especialmente alineados para evitar vibración.

7. PRUEBAS

Cada bomba es sometida a diversas pruebas en fábrica, para garantizar un rendimiento satisfactorio en el lugar de aplicación.



ELECTROBOMBAS VERTICALES PARA SERVICIO PESADO

- Diseñado para trabajar en cámara húmeda.
- Capaz de manejar agua con sólidos en suspensión.
- Requerimiento mínimo de espacio, cimentación reducida y fácil instalación.
- Alta eficiencia y bajo costo de bombeo.
- Mínima necesidad de mantenimiento.

APLICACIONES

Para bombeo de líquidos contaminados en:
Edificios
Industrias
Minería
Agricultura
Sistemas de control de producción.

DESIGNACION DE LA BOMBA: DESCRIPCION

E	5	K	LS	I	1306K	VN	I	644266	18	18
TAMANO DE BOMBA	DIAMETRO DE DESCARGA (PULG.)	TIPO DE BOMBA	TIPO DE IMPULSOR	EJECUCION METALURGICA	TIPO DE SOPORTE	TIPO DE MONTAJE	NUMERO DE COLUMNAS ADICIONALES	COPLE	HP NOMINAL DEL MOTOR	RPM/100

E reemplaza a **644266-18-18** cuando el motor y el cople no es suministrado por HIDROSTAL.

DATOS TECNICOS

MODELOS	Presión Máxima (metros)	Presión Prueba Hidráulica (metros)	Luz Max. entre impuls. y Tapa (mm)	Pasaje Libre (mm)	Diámetro Impulsor Máximo (mm)	DIAMETRO EJE			Temperatura Máxima (°C)	No. de Alabes	SOPORTE					
						Impulsor (mm.)	Sello (pulg.)	Cople (mm.)			Tipo	Sello Mecánico	Boquilla Glicer	Rad. Asa	Rad. Radial	RPM Máxima
C3K -L	31,5	90	0,6	60	156,5	28	1 1/8"	25,4	90°	1	C-1306K	1 1/8"	1 x 24D X32	3207	-	3600
-M	42,5			60	173											
-H	40,5			60	175											
D3K -S	42,5	90	0,6	60	201	28	1 1/8"	25,4	90°	1	D-1306K	1 1/8"	1 x 24D X32	3207	-	3000
D4K -LT	17,5			75	221											
-HS	18,5			80	224											
-S	17,0			100	222,5											
E3K -S	34,5	60	0,6	64	281	38,1	1 1/2"	25,4	90°	1	E-1306K	1 1/2"	3 x 24D X32	2 x 7207BG	6207	1800
E5K -L	22,0			70	249											
-LL	20,5			100	251											
-LS	25,0			100	254											
-H	29,0			100	278											
-S	30,0			100	278											
F4K -MH	48,5	90	0,7	64	354	50,8	2"	25,4	90°	1	F-1209K	2"	3 x 32D X40	2 x 73146G	6214	1500
-S	54,5			75	354											
F6K -M	37,0			100	318											
-H	51,0			115	342											
-S	39,5			115	352											

*Para más de dos (2) columnas adicionales, consultar con fabrica.

EJECUCIONES METALURGICAS

COMPONENTE	EJECUCION METALURGICA			
	1	2	3	5
CAJA	A48CL30B	A48CL30B	A48CL30B	A743CF8M
TAPA	A48CL30B	A48CL30B	A48CL30B	A743CF8M
CAMISETA	A48CL30D	A532-111-A	A532-111-A	A743CF8M
ANILLO DESGASTE	-	A532-111-A	A532-111-A	-
TAPA LIMPIEZA	A48CL30B	A48CL30B	A48CL30B	A743CF8M
IMPULSOR	A536 80-60-06	A536 80-60-06	A743CF8M	A743CF8M
BRIDA IMPULSOR	A536 80-60-06	A536 80-60-06	A536 80-60-06	A743CF8M
EJE BOMBA	AISI 1045	AISI 1045	AISI 1045	AISI 316
PIEZA INTERMEDIA	A48CL30B	A48CL30B	A48CL30B	A743CF8M
TUBO COLUMNA	A120	A120	A120	A120
EJE COLUMNA	AISI 1045	AISI 1045	AISI 1045	AISI 1045
SOPORTE	A48CL30B	A48CL30B	A48CL30B	A743CF8M

A48CL30B: FIERRO FUNDIDO GRIS
A536 80-60-06: FIERRO FUNDIDO NODULAR
A532-111-A: FUNDICION HIDROHARD
A743CF8M: ACERO FUNDIDO INOXIDABLE
AISI 1045: ACERO AL CARBON
AISI 316: ACERO INOXIDABLE
A 120: ACERO AL CARBONO PARA TUBO

TABLA DE RENDIMIENTO A 60 Hz

MODELO	RPM	Caudal (l/s)													
		5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120	150	180	
		Altura (m)													
C3K-L	3480		28,2	23,0	19,2	12,8									
	1740	7,0	4,8	3,0											
C3K-M	3480			35,0	28,3	20,3									
	1710	10,0	6,8	4,5											
C3K-H	3480			40,0	35,0	27,5	19,0								
	1750		8,7	7,3	4,7										
D3K-S	1750		12,9	10,9	8,9										
	1150	6,1	4,6	3,3											
D4K-LT	1720			14,0	11,7	8,3	5,4								
	1120		5,8	4,6	3,5										
D4K-HS	1750			17,6	15,8	12,5	8,7								
	1160		7,7	6,5	5,4										
D4K-S	1750				17,0	14,0	12,2	9,6							
	1150		7,9	6,8	6,0	4,6									
E3K-S	1730			33,2	30,0	24,5	19,6	12,8							
	1100		13,4	11,3	9,6	6,6									
E5K-L	1760			21,7	19,3	15,7	12,8	10,0	7,0						
	1180		8,9	8,3	7,0	5,1	3,1	1,0							
E5K-LL	1750				8,3	19,0	15,5	12,7	10,7	7,4					
	1150					6,0	4,6	3,5							
E5K-LS	1735					22,0	17,9	15,6	13,9	10,8	7,5				
	1150			10,2	9,0	7,0	6,0	5,0	3,9						
E5K-H	1750					27,0	23,5	21,2	19,4	16,0	12,5				
	1140				11,4	9,3	7,8	6,7	5,6						
E5K-S	1760						27,5	25,5	23,7	20,5	17,1	13,6			
	1155					11,4	9,5	8,5	7,4	5,3					
F6K-M	1755							35,7	32,5	26,8	23,1	19,7	15,2		
	1170							14,6	12,4	10,9	8,8	6,8			
F6K-H	1780							51,6	47,0	38,7	33,5	29,7	25,0	20,0	
	1160							19,0	16,5	14,5	9,7	5,5			
F6K-S	1160							20,0	18,9	16,8	15,0	13,1	10,2	7,5	
	880					12,8	11,5	10,6	9,7	8,2	6,9	5,5			

TABLA DE RENDIMIENTO A 50 Hz

MODELO	RPM	Caudal (l/s)													
		5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	120	150	180	
		Altura (m)													
C3K-L	2900		18,4	14,4	11,1	5,4									
	1460	4,3	2,4	1,0											
C3K-M	2900		26,5	21,2	17,0	10,7									
	1460	6,8	4,4	2,7											
C3K-H	2900		30,6	25,7	22,4	16,2									
	1460	7,3	5,8	4,1											
D3K-S	2900		43,2	37,1	33,1	26,7	19,4								
	1460	10,8	8,3	6,6	4,9										
D4K-LT	1460		11,0	9,3	7,5	4,6									
	970	5,3	3,9	2,9	2,0										
D4K-HS	1460			11,5	10,1	7,1									
	970		5,0	4,1	3,1										
D4K-S	1460			11,2	10,0	8,1									
	970		4,9	4,2	3,5										
E3K-S	1460			22,0	19,5	15,5	11,2								
	970		9,4	7,6	6,4	3,4									
E5K-L	1460			14,0	12,3	9,5	7,1	4,8	1,8						
	970		6,1	5,6	4,1	2,6	0,8								
E5K-LL	1460					11,7	9,2	7,4	6,0						
	970			6,2	5,0	3,6	2,5								
E5K-LS	1460				16,0	13,6	11,4	9,8	8,5	5,9					
	970			6,8	5,8	4,5	3,7	2,9	1,9						
E5K-H	1460					17,0	15,0	13,9	12,0	9,0					
	970				7,6	6,2	5,2	4,2	3,1						
E5K-S	1460					19,6	17,8	16,2	14,8	12,0	9,0				
	970				8,5	7,4	6,4	5,5	4,6						
F4K-MH	1460					29,1	24,7	21,1	17,5	9,1					
	970			14,2	12,8	9,8	7,4	4,7							
F4K-S	1460					34,8	32,0	29,2	26,5	20,3	13,6				
	970				15,2	13,3	11,4	9,5	7,3						
F6K-M	1460						25,2	22,3	19,9	16,4	13,8	11,1			
	970					10,5	8,6	7,4	6,6	4,8					
F5K-H	1460						31,6	28,4	26,0	22,7	19,9	17,2	13,2		
	970				13,7		12,0	10,5	9,5	7,7	5,7				
F6K-S	1460							32,2	28,7	26,0	24,0	20,7	17,3		
	970						14,0	12,9	12,0	10,5	9,0	7,5			

ELECTROBOMBAS VERTICALES PARA SOLIDOS TIPO VN

LISTA DE COMPONENTES GENERICA



PARTE HIDRAULICA

Posición	NOMINACION COMPONENTE	C3K	D3K	D4K	E3K	E5K	E5K	F4K	F6K	F6K
		Mat.1 y 5	M.1,2,3,5	M.1,2,3,5	M.1,2,3,5	Mat. 1y5	Mat.2 y 3	M.1,2,3,5	Mat.1 y 5	Mat.2 y 3
CANTIDAD POR BOMBA										
400	Caja ó Caja tapa	1	1	1	1	1	1	1	1	1
401	Impulsor	1	1	1	1	1	1	1	1	1
402	Tapa de succión	-	-	-	-	1	1	1	1	-
405	Tapa de limpieza	-	-	-	-	1	1	1	1	-
406	Empaquetadura para 402-421	-	-	-	1	1	1	1	1	1
408	Anillo de desgaste	-	-	-	-	-	1	-	-	1
409	Empaquetadura para 405	-	-	-	-	1	1	1	1	1
410	Pin para 401 - 165	-	-	1	1	1	1	1	1	1
411	Lainas para 400-801	1	1	1	1	1	1	1	1	1
414	Lainas para 402 ó 441	-	-	-	-	1	-	-	1	-
415	Perno central allen	1	1	1	1	1	1	1	1	1
416	Sobretapa	-	-	-	-	-	1	-	-	1
417	Conjunto de fijacion para 402-400	-	-	-	-	8	8	-	8	8
418	Prisionero	-	3	3	-	-	-	-	-	-
419	Conjunto de fijacion para 400-801	8	8	8	8	8	8	8	8	8
420	Conjunto de fijacion para 400-405	-	-	-	-	2	2	2	2	2
421	Camiseta	-	1	1	1	-	1	-	-	1
423	Tapon de drenaje	1	1	1	1	1	1	1	1	1
424	Tapon de medicion	1	1	1	1	1	1	1	1	1
430	Empaquetadura para 421	-	-	-	-	-	1	-	-	1
446	Conjunt o de regulacion	-	-	-	3	-	3	3	-	3

PARTE COLUMNA STANDAR

Posición	NOMINACION COMPONENTE	MODELO			
		C-VN	D-VN	E-VN	F-VN
Cantidad por Bomba					
165	Brida impulsor	-	1**	1	1
166	Tuerca seguridad	-	1**	1	1
167	Arandela seguridad	-	1**	1	1
800	Pieza intermedia	-	-	1	-
801	Soporte	1	1	1	1
802	Asiento rod. intermedio	1	1	1	-
803	Anillo grasa	1	1	1	-
808	Chaveta woodruff	1	1	1	1
809	Anillo reten	1	1	2	1
810	Anillo distanciador entre rod.	-	-	1	1
811	Anillo distanciador delantero	1	1	1	-
812	Anillo distanciador posterior	1	1	1	-
813	Eje bomba	1	1	1	1
813-A	Eje columna motor	-	-	-	1
815	Tubo columna	1	1	1	1
817	Cople eje	-	-	-	1
822	Conjunto de fijacion para 815-974	-	-	-	4
823	Conjunto de fijacion para 802-815	4	4	4	-
824	Conjunto de fijacion para 801-815	4	4	4	4
826	Conjunto de fijacion para 800-801	1	1	1	1
830	Empaquetadura para 802-803	1	1	1	-
832	Empaquetadura para 801-815,802-815 ó 815 - 945	3	3	3	1
833	Empaquetadura para 400 - 801	1	1	1	1
834	Sello mecánico	1	1	1	1
835	Bocina Glacier	1	1	3	3
836	Rodamiento de bola de contacto angular de doble hilera	1	1	-	-
837	Rodamiento de bola de contacto angular	-	-	2	2
838	Rodamiento de bola posterior	-	-	1	1
840	Anillo seeger para 834	1	1	1	-
841	Anillo seeger para 802	1	1	1	-
842	Retén delantero	1	1	1	-
843	Retén posterior	1	1	1	1
844	Anillo V delantero	1	1	1	-
844-B	Anillo V posterior	1	1	1	-
848	Prisionero para 809	-	-	2	-
850	Tapon para 802	1	1	1	-

Posición	NOMINACION COMPONENTE	MODELO			
		C-VN	D-VN	E-VN	F-VN
Cantidad por Bomba					
851	Tapon para 815 - 875	2	-	-	-
852	Tapon para 800	-	-	-	-
853	Tapon para 801	-	-	-	-
873	Niple de conexión para 801	3	3	1	1
873-A	Niple de conexión para 801	-	-	2	-
876	Niple de conexión para 885	3	3	3	-
877	Niple de conexión para 891	2	2	2	2
878	Codo de 45° (Sist. de Lub)	10	10	8	2
881	Tee (Sist. de lub.)	1	1	1	1
882	Grasera recta	1	1	-	1
883	Aceitera	1	1	1	1
884	Tubo de entrada de aceite (Tramo interior)	1	1	1	1
884-B	Tubo de entrada de aceite (Tramo superior)	1	1	1	1
885	Niple de conexión para 876	2	2	2	-
886	Tubo de salida de aceite (tramo interior)	1	1	1	1
886-B	Tubo de salida de aceite (Tramo superior)	1	1	1	1
888	Tubo visor (tramo interior)	1	1	1	-
888-B	Tubo visor (tramo superior)	1	1	1	-
891	Manguera plástica	1	1	1	1
891-A	Manguera plástica visor	-	-	1	-
921	Abrazaderas para 891 u 891-A	2	2	4	2
923	Bocina rodamiento	-	-	-	1
924	Disco regulador	-	-	-	1
925	Tuerca de seguridad	1	1	1	1
926	Tuerca de seguridad para 924	-	-	-	1
927	Arandela de seguridad	1	1	1	1
928	Pin de arrastre	-	-	-	1
941	Union universal	3	3	3	2
942	Anillo distanciador asiento rodamiento	1	1	-	-
944	Empaquetadura para 809	-	-	-	2
958	Conjunto de fijacion para 802-905, 802-A - 905 ó 815-905	4	4	4	4
973	Anillo Nilos	-	-	-	1
975	Laoerinto	-	-	-	1

PARTE COLUMNA ADICIONAL

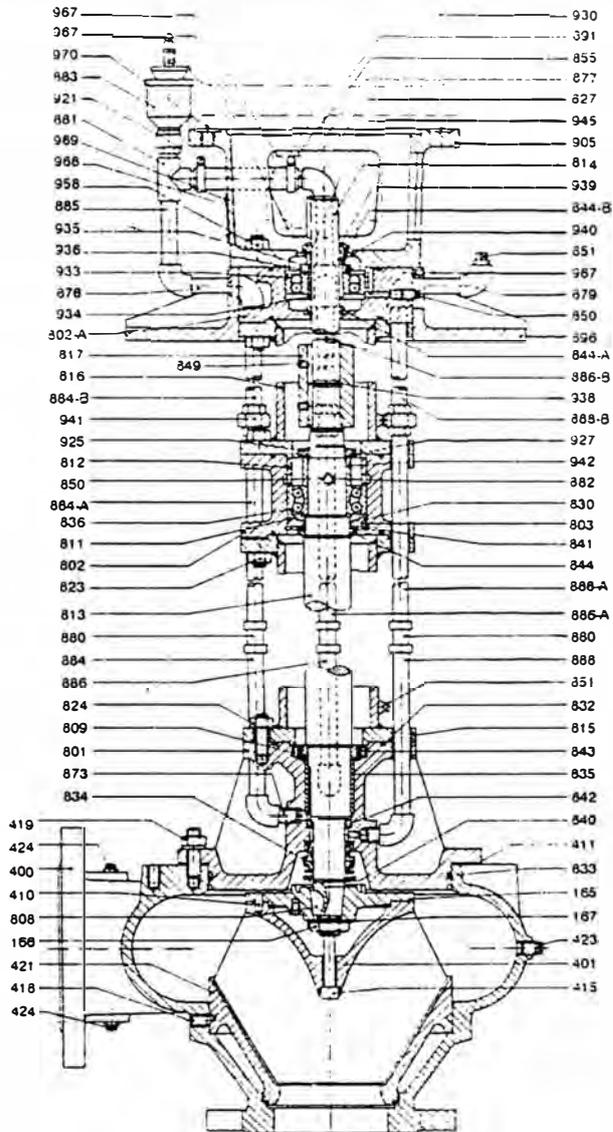
Posición	NOMINACION COMPONENTE	MODELO			
		C-VN	D-VN	E-VN	F-VN
Cant. por cada Colm. Ad.					
802-A	Asiento rod. columna	1	1	1	1
814	Eje columna	1	1	1	1
816	Tubo columna	1	1	1	1
817	Cople eje	1	1	1	1
823	Conjunto de fijacion para 802-A y 816	8	8	8	4
827	Chaveta	2	2	2	-
832	Empaquetadura para 802-A-816	2	2	2	1
844-A	Anillo V para 802-A	1	1	1	-
849	Prisionero para 817	4	4	4	-
850	Tapon para 802-A	1	1	1	-
880	Union	3	3	3	3
884-A	Tubo de entrada de aceite (tramo adicional)	1	1	1	1
886-A	Tubo de salida de aceite (tramo adicional)	1	1	1	1
886-A	Tubo visor (tramo adicional)	1	1	1	1
933	Rodamiento oscilante de bolas	1	1	1	1
934	Manguito de fijacion	1	1	1	1
935	Tuerca de seguridad	1	1	1	1
936	Arandela de seguridad	1	1	1	1
938	Anillo seeger para 817	1	1	1	-
939	Anillo asiento V	1	1	1	-
940	Prisionero para 939	1	1	1	-
945	Empaquetadura para 939	1	1	1	-

PARTE MOTOR

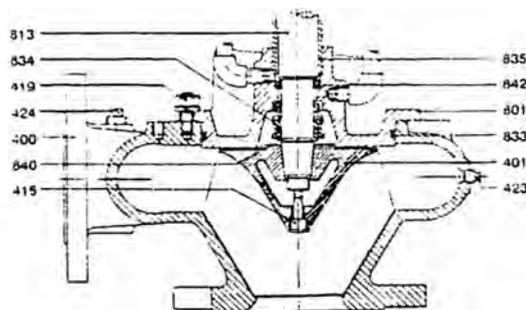
Posición	NOMINACION COMPONENTE	MODELO			
		C-VN	D-VN	E-VN	F-VN
Cantidad por Bomba					
885	Cople flexible	1	1	1	1
890	Base	1	1	1	-
905	Linterna motor	1	1	1	-
930	Motor	1	1	1	-
958	Conjunto de fijacion para 802-905 ó 802-A-905	4	4	4	-
967	Prisionero para 885	4	4	4	4
968	Placa	1	1	1	1
969	Remache	4	4	-	4
970	Conjunto de fijacion para 905 - 930	-	-	-	-

* Repuestos recomendados
 ** No va para bombas D3K

**ELECTROBOMBAS VERTICALES
PARA SOLIDOS TIPO VN DE EJE EXTENDIDO**



D3K / D4K



C3K

ANEXO D:.

Inspecciones técnicas.

**D1 : Cuadros de inspección
Trimestral de las agencias.**

**D2 : Cotizaciones de reparaciones que no
figuran en el contrato.**

CUADROS DE INSPECCION TECNICA TRIMESTRAL DE LAS AGENCIAS BANCARIAS

ANEXO D1

AGENCIA	TIPO DE BOMBA	SERIE	IN	IT	SELLO MECANICO	RODAJES	AISLA-MIENTO	CONTROL N. CISTERNA	CONTROL N. TANQUE E.	LLAVE	TABLERO	OBSERVACIONES
APOLO 13-05-93 10:00 a.m.	A1C-0.6M Hidrostral Succión 1" Descarga ¾" (reducida)	92050156 Motor Kohlbach	3.4A	—	A	A	∞	Tipo: Radar Estado : A	Tipo: Radar Estado: A	Cuchilla De 2 x 20A	—	<ul style="list-style-type: none"> - Falta instalar un guardamotor para 1HP 220v. - Cuando se apaga la luz del cuarto de bomba, se interrumpe la alimentación eléctrica a la bomba.
COMAS 14-05-93 11:00 cm.	BIC – 03 Hidrostral Succión 1" Descarga 1"	8111208	Sin placa	4.5 Ia: 14A	A	A	∞	Tipo: Mercurio Estado: A	Tipo: Mercurio Estado: A 1m³	Termomagnética 2 x 20 A	<u>Guardamotor</u> Contactor de 10A relé 6.3-10A Graduado en 9.5A Manelsa	<ul style="list-style-type: none"> - La tapa del tanque elevado está rota. - El último mantenimiento fue en Agosto de 1992 por Proditex - No se deben colocar cosas encima de la bomba.
ECONOMATO VALDIVIEZO 18-05-93 2:00 p.m.	<u>TABLERO 1</u> Bomba Hidrostral Bic-1 1HP (2) Bomba del mismo tipo	70866993 no legible	6.3A 6.3A	7.5A 6.5A	A A	C C	A A	Tipo: Radar Estado: C	Tipo: Penn Estado: A	Termomagnética 3 x 20	2 contactos 16A Siemens 2 contactos auxiliares 9A Siemens 4 busibles DZ 25A 1 conmutador 0-1-2-3	<ul style="list-style-type: none"> - No tiene relés de protección, deben instalarse de 5-8A Siemens. - Acomodar las grapas en las barras que contiene la llave termomagnética que corta el circuito del tablero alternador. La llave no queda bien engrapada produciendo falsos contactos. - El tablero de la llave se encuentra electrificado, está haciendo tierra. - Cambio de control de nivel de cisterna. - Cambio de bornera de control, se encuentra en parte deteriorada. - Un fusible de 6A está con cobre, requiere cambio. - El tablero requiere mantenimiento.

CUADROS DE INSPECCION TECNICA TRIMESTRAL DE LAS AGENCIAS BANCARIAS

Continuación 1

AGENCIA	TIPO DE BOMBA	SERIE	IN	IT	SELLO MECANICO	RODA JES	AISLA-MIENTO	CONTROL N. CISTERNA	CONTROL N. TANQUE E.	LLAVE	TABLERO	OBSERVACIONES
ECONOMATO VALDIVIEZO 18-05-93 2:00 p.m.	TABLERO 2 Bomba A1E-1.4 Hidrostal Motor Weg	91080505	7A	5-5.5A	A	A	A	Tipo: Radar Estado: A	Tipo: Radar Estado: A	Termomag nética 3 x 20A	Accesorios Telemecanique. 2 contactores de 25A 1 auxiliar 9A 4 fusibles DZ 25A 1 conmutador M-0-A 1 conmutador 0-B1- B2-A Mánelas	- El tablero alternador no tiene relés, deben instalarse de 7-10A Telemecanique. - Cambiar llave de conmutación M-0-A - Preparar tapa metálica en dos mitades de 0.98 x 0.98, una con plancha estriada y la otra con rejillas de ventilación.
	Bomba A1E-1.4 Hidrostal Motor Weg	91080509	7A	7.5-7.5A	A	A	A					
	BOMBA CONTRA INCENDIOS Hidrostal C1 ½ x 2 8.6 HP	91060061	20A	IT1: 18A IT2: 17A IT3: 17A	A	A	A	Radar A		Termomag nética 3 x 60A	Guardamotor Con contactor 40A RELE DE 18-25A	- Se probó la bomba y el relé, trabajó normalmente.
ARENALES 20-05-93 2:00 p.m.	HIDRONEU MÁTICO EI-11 5HP Hidrostal Motor Delcrosa EI-11 5HP Hidrostal Motor Delcrosa Compresora ½ HP	8802667 89090027	14A	IT1: 10A IT2: 10.5A IT1: 10	A	A	A	Tipo: Radar Estado: A	Equipo Hidroneu- mático 300 galones presostato Square D 20 – 40 Psi Cargador de aire Jacuzzi	Termomag nético 3 x 20A	6 Fusibles 20A DZ 1 Fusible 6A DZ 2 contactores telemecanique 25A 1 contactor auxiliar 9ª Relé 13-16A 2 señalizadores 2 conmutadores M-0-A	- La bomba 89090027 no está trabajando, por tubería de succión picada, requiere cambio de válvula de pie. - Tanque hidroneumático se encuentra en la azotea, está picado, requiere pintado con anticorrosivo, limpieza interna del tanque y una cubierta de protección. - Cambiar el visor del nivel del tanque hidroneumático de 1.20 de largo por 3/8" diámetro manguera plástica transparente. - Válvula de desfogue del tanque hidroneumático se encuentra deteriorado. - Cambio de 2 relés térmicos por dos de 10-13A.

CUADROS DE INSPECCION TECNICA TRIMESTRAL DE LAS AGENCIAS BANCARIAS

Continuación 2

AGENCIA	TIPO DE BOMBA	SERIE	IN	IT	SELLO MECANICO	RODAJES	AISLAMIENTO	CONTROL N. CISTERNA	CONTROL N. TANQUE E.	LLAVE	TABLERO	OBSERVACIONES
ARENALES 20-05-93 2:00 p.m.	<u>SUMIDERAS</u> Bomba A2D-1.2 Hidrostral 1.2 HP	Ilegibles		IT1: 3.6 A IT2: 3.4 A IT1: 3.4 A	Sumergible	A			No tiene	Termomagnética 3 x 20 A	Accesorios Telemecanique. 6 fusiles de 16A DZ 1 fusible de 6A DZ 2 contactores 16A 2 relés térmicos de 7-10 A 1 contactor auxiliar 9A 2 luces señalizadoras de trabajo 2 conmutadores M-0-A	- Los relés no trabajan, están sobredimensiones, sugerimos cambio a 2.5 – 4A. - Corriente arranque 10A. - Cambio de reubicación de control de nivel de Radar. - Sellado de caja de pozo ubicado dentro del pozo.
	Bomba A2D-1.2 Hidrostral 1.2 HP			IT1: 3.2 A IT1: 3.4 A IT1: 3.2 A		A					Radar Inoperativo	<u>Presostato</u> 20-40-psi
AV. PERU 25-05-95 1:30 p.m.	<u>BOMBA CONTRA INCENDIOS</u> 50-160 1A Hidrostral Motor Delcrosa 24HP	88120244	61A	IT1: 40 A IT2: 36 A IT3: 36 A	Prensaestopa A	A	A	Tipo: Radar Estado A	Tipo: Penn Estado: C	Ticino 2 x 20	<u>Guardamotor</u> Siemens Contactor 20 A Relé 6.3 – 10 A (graduado 10A)	- No trabajan controles de nivel de cisterna y tanque elevado. (se realizó el cambio 9/7/93) - Guardamotor inoperativo (se realizó cambio de contactor Siemens 9/7/93) - Mala instalación cisterna (recirculación) lo instaló el Ing. Chicoma. - Señalización de una válvula compuerta ½" cambio por una válvula de bola de ½". no cierra la actual. (señalizó el cambio 9/7/93) - La instalación de sistema de bomba. t.e. cisterna está actualmente trabajando con recirculación.

Lima, 1ro. de Julio..... de 1993

.....BANCO CONTINENTAL.....
 Dirección... República de Panamá, 3000.....
 Atn..... INE ELIAS TRASMONTE.....

<p>I- AGENCIA APOLO</p> <ul style="list-style-type: none"> - 02 guardamotor para electrobomba de 0.6HP, incluye instalación. : S/ 140.00 - Circuito de alimentación eléctrica de la bomba. Independización del circuito de iluminación del cuarto de bomba. : S/ 40.00 		
<p>II- ECONOMATO VALDIVIEZO</p> <ul style="list-style-type: none"> - 02 relés para electrobombas de 1HP : S/ 130.00 - 02 relés para electrobombas de 1.4HP : S/ 130.00 - Cambio de un control de nivel para cisterna, marca Radar. : S/ 42000 - Cambio de un conmutador M-C-A : S/ 40.00 		
<p>III- AGENCIA ARENALES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cambio de una tubería de succión y una válvula de pie de 1" : S/ 90.00 - Limpieza y pintado del tanque hidroneumático. : S/ 250.00 - Cambio y reubicación de un control de nivel para pozo séptico, marca Furnas (USA) : S/ 170.00 - Cambio de una válvula compuerta por una de bola de 1" Ø : S/ 40.00 		
<p><i>Mantenimiento de las bombas Suministro material</i></p> <p><i>Servicio</i></p>		<p>S/ 288.00</p> <p>S/ 210.00</p>
<p>IV- AGENCIA AURORA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mantenimiento de una electrobomba Hidros-tal B1-2.5. Consiste en: <ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje. - Cambio de rodajes. - Cambio de sello mecánico. - Cambio de empaquetadura de caja. - Pintado, pruebas y montaje. : S/ 205.00 		

///....

AV. JAVIER PRADO 3096 - SAN BORJA
 FAX - TELF. 356881

Nº 2567

Lima, 1ro. de Julio de 1993

sr. BANCO CONTINENTAL
 Dirección.....
 Atn.....

.....viene		
- Vaceado de pozo séptico.	:	S/ 150.00
- 01 guardamotor para electrobomba sumidera:		S/ 130.00
- Cambio de un control de nivel para pozo séptico	:	S/ 220.00
V- GALERIA EXPOSICION		
- Cambio de un contactor de 16A del tablero arrancador de las electrobombas sumideras con un cloque auxiliar, accesorios telemecanique, incluye instalación.	:	S/ 150.00
VI- CENTRO DE ESPARCIMIENTO CHACLACAYO		
- Extracción, revisión e instalación de una bomba de pozo Jacuzzi 5HP	:	S/ 580.00
- Cambio de un control de nivel tipo electrodp, marca Agut, incluye instalación. Consta de:		
- 03 electrodos.		
- 01 unidad electrónica.		
- 01 cabezal porta electrodos.	:	S/ 680.00
- Mantenimiento de una válvula multiport para piscina.	:	S/ 220.00
- Mantenimiento de una electrobomba de 6.6 HP para piscina y cambio de empaquetadura de filtro.	:	S/ 220.00
- Reubicación del control de nivel de la bomba sumidera.	:	S/ 20.00
VII- AGENCIA CHACARILLA		
- Suministro e instalación de 02 relés térmicos para dos electrobombas de 0.5HP, marcas Telemecanique.	:	S/ 130.00

sigue.....

AV. JAVIER PRADO 3096 - SAN BORJA
FAX - TELF. 356881

Nº 2568

Lima, 1ro. de Julio de 1993

sr. BANCO CONTINENTAL
Dirección República de Panamá 3000
Atn.....

.....viene

PRECIOS: Agregar el 18% del IGV

CONDICIONES DE PAGO: 100% contra entrega.

VALIDEZ DE LA OFERTA: 12 días.

TIEMPO DE EJECUCION:

- I- 01 día después de la orden de trabajo.
- II- 01 día después de la orden de trabajo.
- III- 03 días después de la orden de trabajo.
- IV- 04 días después de la orden de trabajo.
- V- 01 día después de la orden de trabajo.
- VI- 06 días después de la orden de trabajo.
- VII- 01 día después de la orden de trabajo.

Esperando que nuestra oferta sea de su interés, quedamos de Uds.

Atentamente.

ANEXO E:.

Informe Técnico trimestral.



Señoras
SALES CONTINENTAL
Oficina Central
Presente.

ing. Elias Treasmonte,
Departamento de Mantenimiento

Est. Las Señoras

Estamos adjuntando a la presente los planos que se entregaron
previos al inicio de las obras de acuerdo a lo establecido en el
pliego de condiciones.

Estos planos corresponden a las siguientes agencias

Centro Comunal Las Vegas, Arequipa y
Galería de la Exposición (Miraflores)
Oficina Central de Lima
Aeropuerto Arequipa.

Sírvase tener nota que es necesario verificar a cabo las
observaciones que se indican en los planos, para evitar paradas
negativas.

sin otro particular quedamos
atentamente,

Atentamente,

Ing. E. Infantes
P/Ino.

1.1.1

1.1.1.1

1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

BOMBA

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1

1000

1000

1000

AV. JAVIER PRADO 3096 - SAN BORJA
 FAX - TELF. 356881

Nº 2636

Lima, 06 de diciembre de 1993.

AL BANCO CONTINENTAL
 Dirección Av. República de Panamá 3000
 Atn. ING. TRASMUNTE

OFICINA CENTRAL LIMA

- CAMBIO DE UN INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO DE 3 x 100A : S/ 110.00
- CAMBIO DE UN CONTACTOR LEWIS POR UN CONTACTOR TELEMECANIQUE : S/ 175.00
- MANTENIMIENTO DE UNA BOMBA CONTRA INCENDIOS DE 12 HP. CONSISTE EN :
 - DESMONTAJE.
 - CAMBIO DE RODAJES DE MOTOR.
 - CAMBIO DE RODAJES DE BOMBA.
 - CAMBIO DE PRENSAESTOPA.
 - TRATAMIENTO DE BOBINA MOTOR.
 - CAMBIO DE ESPARRAGOS DE LUNETA DE PRENSAESTOPA.
- MATERIALES : S/ 600.00
- SERVICIO : S/ 150.00

TIEMPO DE EJECUCION : 02 DIAS.

CENTRO COMERCIAL ARENALES

- SUMINISTRO E INSTALACION DE UN CONTROL DE NIVEL RADAR. : S/ 40.00

PRECIOS: AGREGAR EL 18% DE IGV.

CONDICIONES DE PAGO: 50% CON LA ORDEN DE TRABAJO
 50% AL CONCLUIR EL TRABAJO.

VALIDEZ DE LA OFERTA: 12 DIAS.

ELECTRICA



ANEXO F:.

Presupuesto del contrato de mantenimiento.



San Borja, 25 de Marzo de 1993

023-93

Sres Banco Continental
Att. Ing. Elias Trasmonta

Estimados Señores :

La presente tiene por finalidad hacer de vuestro conocimiento el costo de nuestro mantenimiento anual para aparatos eléctricos (electrobombas en cada una de las Agencias Continental)

Este mantenimiento anual consiste en

- Revisión de contactoras y cables.
- Medición de las corrientes.
- Limpieza de contactos
- Revisión de controles de nivel.
- Ajuste de prensaestopa.
- Lubricación por grasera (En los casos que utilicen lubricación con grasa)

El mantenimiento preventivo sería realizado a cada lugar a trimestralmente.

El costo del mantenimiento depende de la cantidad de equipos a revisar por agencia.

A su vez estamos incluyendo algunas sugerencias que son necesarias realizar en cada agencia.

Atentamente.

EMINSA
ELECTROMECAÁNICA INDUSTRIAL S. A.

ING. PERCY P. CARRIÓ C.
GERENTE - GENERAL

AGENCIA AV. PERU

COSTO MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 35.00

SUGERENCIAS

- ANULACION DEL REPOSE DE LA CISTERNA AL DESAGUE

COSTO S/ 70.00

- 01 FLOTADOR DE CISTERNA FLIPPER

COSTO S/ 100.00

- 01 CACETA PARA BOMBA CON TECHO DE CONCRETO ARMADO Y MUROS DE LADRILLO.

COSTO S/ 170.00

AGENCIA COMAS

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 35.00

PRECIOS : AGREGAR EL 18% DE IGV.

CONDICIONES DE PAGO : MANTENIMIENTO : 100% CONTRA ENTREGA DE INFORME TECNICO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL MENTE.

SUGERENCIAS : 100% AL FINALIZAR LOS TRABAJOS.

AGENCIA OFICINA CENTRAL LIMA

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL 37.00

SUGERENCIAS

INSTALACION DE UN MANOMETRO PARA EQUIPO HIDRONEUMATICO DE 300 GALONES.

- | | | | |
|---|-------|--------|-------|
| | COSTO | S/ | 43.00 |
| - Cambiar el presostato de la compresora: | S/ | 60.00 | |
| - Cambiar Control de Cisterna "Furnes" NSA | S/ | 105.00 | |
| - Mantenimiento general del tablero: 2 contactores
- 4 contactos Ax. | S/ | 340.50 | |

AGENCIA ARENALES

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 57.00

SUGERENCIAS

- PINTADO DE TANQUE HIDRONEUMATICO DE 300 GALONES.

COSTO S/ 70.00

- CUBIERTA PARA TANQUE HIDRONEUMATICO, TECHO Y BASE, COLUMNAS DE FIERRO CORRUGADO Y PAREDES DE CADRILLO.

COSTO S/ 350.00

- CAMBIO DE UN CONTACTOR DEL TABLERO ALTERNADOR PARA EL POZO SEPTICO.

COSTO S/ 33.00

- MANTENIMIENTO BOMBA CONTRA INCENDIO (24HP) S/ 630.00

PRECIOS INCLUIRAN EL 18% DE IGV.

CONDICIONES DE PAGO : MANTENIMIENTO : 100% CONTRA ENTREGA DEL INFORME TECNICO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRALMENTE.

SUGERENCIAS 100% AL FINALIZAR LOS TRABAJOS.

AGENCIA CENTRO COMERCIAL AURORA

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 70.00

SUGERENCIAS

- CAMBIO DE EL CONTACTOR DE TABLERO ALTERNADOR PARA BOMBA DE 2.5HP

COSTO S/ 154.00

- UN CONTROL DE NIVEL M. EN PUERTO MOTOR PARA PISCINA SEPTICO.

COSTO S/ 230.00

AGENCIA APOLO

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 35.00

SUGERENCIAS

- UN GUARDAMOTOR PARA ELECTROBOMBA.

COSTO S/ 170.00

PRECIOS : ~~MANTENIMIENTO~~ % DE IGV.

CONDICIONES DE PAGO : MANTENIMIENTO : 100% CONTRA ENTREGA DEL NIFORME TECNICO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRALMENTE.

SUGERENCIAS : : 100% AL FINALIZAR LOS TRABAJOS.

ARCHIVO ECONOMATO VALDIVIEZO

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 87.00

SUGERENCIAS

MANTENIMIENTO DE DOS ELECTROBONDAS DE 2HP

CONSISTE EN

- CAMBIO DE RODAJES.

- CAMBIO

- CAMBIO DE EMPAQUETADURA DE CAJA.

- LIMPIEZA DE BARRAS Y BARRAS

COSTO S/ 230.00

CAMBIO DE DOS TAPAS DE CONCRETO POR TAPAS METALICAS DE PLANCHA
ESTRIADA DE 1000 X 1000 EN CADA UNA.

COSTO S/ 100.00

CENTRO DE ESPARCIMIENTO CHACABATO

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 87.00

SUGERENCIAS

MANTENIMIENTO DE DOS ELECTROBONDAS DE 2HP CADA UNA.

CONSISTE EN

- CAMBIO DE SELLO MECANICO.

- CAMBIO DE EMPAQUETADURA DE CAJA.

- CAMBIO DE RODAJES.

COSTO S/ 370.00

...///

...///

- CAMBIO DE ARRANQUE DIRECTO PARA BOMBA DE 5 HP.
COSTO S/ 210.00
- UBICACION DE FALLA EN ELECTROBOMBA DE POZO DE 15 HP MARCA
PEERLESS.
COSTO S/ 30.00

AGENCIA GALERIA EXPOSICION

- COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 70.00
- REVISION DE TABLERO ALTERNADOR DE EQUIPO HIDRONEUMATICO.
COSTO S/ 60.00
- LIMPIEZA DE POZO SEPTICO.
COSTO S/ 250.00

PRECIOS : AGREGAR EL 18% DE IGV.

CONDICIONES DE PAGO : MANTENIMIENTO : 100% CONTRA ENTREGA DE INFORME TECNICO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRALMENTE.

SUGERENCIAS : 100% AL FINALIZAR LOS TRABAJOS.

AGENCIA MIRAFLORES

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 87.00

NOTA El 02/03/93 se le realizó Mantenimiento
a la bomba Reedwood 6.H.P. - - - \$390.=

AGENCIA CALLAO 1

COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRAL S/ 70.00

PRECIOS : AGREGAR EL 18% DE IGV.

CONDICIONES DE PAGO : MANTENIMIENTO 100% CONTRA ENTREGA DE INFORME
TECNICO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRIMESTRALMENTE.
SUGERENCIAS 100% AL FINALIZAR LOS TRABAJOS.

037-93



San Borja, 20 de Abril de 1993

Sres Banco Continental
 Atn. Ing. Elias Trasmonte
 Asunto : Presupuesto de mantenimiento trimestral.

Estimados Señores

La presente tiene por finalidad hacer de vuestro conocimiento el costo de nuestro mantenimiento preventivo para los tableros eléctricos y electrobombas en la planta Continental Chacabilla.

Las condiciones de mantenimiento de esta Agencia son las mismas que se aplican con las otras unidades (ver anexos 037-93 y 035-93).

AGENCIA MANUTENCION DEL ESTABILIZADOR

El equipo de trabajo consta de:
 electricistas
 electricistas
 electricistas

Equipo actualmente operativo. Sin problemas.

SUGERENCIAS Ninguna.

COSTO DE MANTENIMIENTO TRIMESTRAL S/ 30.00

PRECIOS : Agregar el 13% de IGV

CONDICIONES DE PAGO : MANTENIMIENTO 100% contra entrega del informe técnico del mantenimiento preventivo trimestralmente.

SUGERENCIAS 100% al finalizar los trabajos.

Atentamente.

EMINSA
 EMPRESA MANTENIMIENTO NACIONAL
 S.A.
 (Handwritten signature)

ANEXO G:.

**Presupuesto de los servicios de mantenimiento que no
figuran en el contrato (correctivo)**

Marzo 94

Agencia Valdiviezo

Agencia Apolo

Agencia Miraflores

Agencia Central de LIMA

Agencia Centro de

Esparcimiento(Chaclacayo)

Agencia Centro comercial Aurora.

AV. JAVIER PRADO 3096 - SAN BORJA
 FAX - TELF. 356881

Nº 2680

Lima, 09 de Marzo de 1994

Sr. ... BAYCO CONTINENTAL
 Dirección... República de Panamá 3000
 Atn..... ING. ELIAS TRASCENTE T.º 726065 ext. 1820

<u>ECONOMATO VALDIVIEZO</u>		
Mantenimiento de tablero alternador para dos bombas de 1HP.		
- Mantenimiento y cambio de un contactor.		
- Cambio de una bornera.		
COSTO	:	S/ 210.00
Mantenimiento y revisión de una electrobomba AIE-1.4 serie 91080505		
- Desmontaje		
- Cambio de rodajes, sello mecánico, empaqueta duras.		
- Pruebas y montaje		
COSTO	:	S/ 170.00
Estufado de bomba contra incendios Hidrostat		
- Desmontaje de la bomba.		
- Secado de bobina motor.		
- Armado y montaje de bomba.		
COSTO	:	S/ 180.00
<u>Tiempo de ejecución: 03 días.</u>		
<u>APOLO</u>		
Mantenimiento de electrobomba AIC-C.6 serie 92050156		
- Desmontaje		
- Cambio de rodajes, sello mecánico, empaqueta duras.		
- montaje y pruebas.		
COSTO	:	S/ 170.00
<u>Tiempo de ejecución: 01 día.</u>		
<i>sigue...</i>		

AV. JAVIER PRADO 3096 - SAN BORJA
 FAX - TELF. 356881

Nº 2681

Lima, 09 de Marzo de 1994

Sr. BANGG-CONTINENTAL
 Dirección
 Atn. ING. TRASCENTE

...viene		
<u>O.C. MIRAFLORES</u>		
Suministro e instalación de 02 válvulas check horizontales, para la succión de las bombas del equipo hidroneumático		
Tiempo de ejecución: 01 día	CCSTC	S/ 510.00
<u>C.C. LIMA</u>		
Suministro e instalación de 02 tanques para aceite de lubricación para dos electrobombas sumideras modelo UN.		
	CCSTC	S/ 210.00
Tiempo de ejecución: 01 día.		
<u>C.E. CHACLACAYO</u>		
Mantenimiento del motor de bomba Peerless de 15HP		
<ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje del motor. - Cambio de rodajes. - Cambio de aceite del motor. - Rellenado del plato ratchet. - Montaje y pruebas. 		
	CCSTC	S/ 740.00
Mantenimiento de un motor de bomba Jacuzzi de 5 HP		
<ul style="list-style-type: none"> - Desmontaje. - Cambio de rodajes. - Secado y barnizado de bobina motor. - Montaje y pruebas. 		
	CCSTC	S/ 530.00
Tiempo de ejecución: 05 días.		
sigue...		

AV. JAVIER PRADO 3096 - SAN BORJA
FAX - TELF. 356881

Nº 2682

Lima, 09 de Mayo de 1994

Ex. BANCO CONTINENTAL
Dirección
Atn. ING. TRASMENTE

C.C. AURORA

Puesta en operación de alternancia de tablero eléctrico alternador para 2 electrobombas de 2.5HP.

CCSTC : S/ 90.00

Tiempo de ejecución: 01 día.

PRECIOS: Agregar el 18% de IGV.

CONDICIONES DE PAGO: 100% contra entrega.

VALIDEZ DE LA OFERTA: 12 días.

ESPERANDO QUE NUESTRA OFERTA SEA DE SU INTERES,
QUEDAMOS DE UDS.

ATENTAMENTE.

ELECTROMECANICA INDUSTRIAL S.A.
M
GERENTE - GENERAL