

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA ENERGIA



**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO EN EL
DESARROLLO DE UNA RAMPA PARA UNA MINA DE
SOCAVON**

INFORME

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

MIGUEL ANGELLO HERRERA GALVEZ

CALLAO PERU

2011

**A mi esposa y toda mi familia
que son mi motivo para seguir
adelante .**

INTRODUCCION

En la mayor parte de los procesos industriales en la actualidad es necesario realizar transferencias de líquidos desde un nivel estático a otro. Estos procesos de transporte que en general ocurren desde una cota más baja a otra en un punto más elevado y en los que además es necesario vencer presiones y desniveles, lo que es posible mediante el empleo de los sistemas de bombeo.

El presente informe titulado: **“Mejoramiento del Sistema de Bombeo en el Desarrollo de una Rampa para una Mina de Socavón”** esta desarrollado con el fin de mejorar un sistema de bombeo que consume cantidades elevadas de energía, bombeo de bajos caudales y con sistemas de tuberías en ciertas zonas no adecuadas. Teniendo como principal motivación el proporcionar un servicio integral para el mejoramiento del bombeo en mina.

El informe se encontrara estructurado en los siguientes capítulos:

Capitulo 1:

Los objetivos generales y específicos del presente informe.

INDICE

Introducción	1
<i>Capítulo 1: Objetivos</i>	
1.1 Objetivo General	4
1.2 Objetivos específicos	4
<i>Capítulo 2: Organización de la empresa</i>	
2.1 La Empresa	5
2.2 Historia	5
2.3 La Organización	6
2.4 Organigrama	7
2.5 Ubicación	7
2.6 Funciones en la Empresa	7
<i>Capítulo 3: Actividades desarrolladas por la empresa</i>	
3.1 Actividades desarrolladas por ITT Water & Wastewater	9
3.2 Cifras a Nivel Mundial	10
3.3 Principales Clientes	10
<i>Capítulo 4: Marco Teórico</i>	
4.1 Características del sector minero	12
4.1.1 Minería Subterránea	12
4.1.2 Minería a Tajo abierto	13
4.2 Orígenes de los yacimiento mineros	14
4.3 Reservas Mineras	17
4.4 Definición de un fluidos	18

4.4.1 Hipótesis del medio continuo	18
4.4.2 Características de los fluidos	18
4.4.3 Caudal	19
4.4.4 Viscosidad	19
4.4.5 Viscosidad cinemática	20
4.4.6 Densidad Relativa	20
4.4.7 Numero de Reynolds	20
4.4.8 Flujo Laminar	21
4.4.9 Flujo Turbulento	21
4.4.10 Presión Atmosférica	21
4.4.11 Presión de vapor	22
4.4.12 Altura estática	22
4.4.13 Carga de succión	23
4.4.14 Carga de descarga	24
4.4.15 Cargas de fricción	24
4.4.16 Altura dinámica total	25
4.4.17 Velocidad de columna	26
4.4.18 Factor de fricción	26
4.4.19 NPSH requerido	27
4.4.20 NPSH disponible	27
4.4.21 Cavitación	28
4.4.22 Curva del sistema	29
4.4.23 Curva característica de la bomba	29
4.4.24 Punto de operación	30
4.4.25 Velocidad recomendada de bombeo	30
<i>Capítulo 5 Ingeniería del proyecto</i>	
5.1 Ingeniería del proyecto del sistema de bombeo	31
5.2 Información general del proyecto	31
5.3 Ubicación Geográfica	31

5.4 Antecedentes del Proyecto	32
5.5 Descripción de las zonas de bombeo	34
5.6 Información del trabajo de campo	36
5.7 Determinación del punto de operación	39
5.8 Determinación del equipo adecuado	48
5.9 Cálculo del punto de operación de los equipos restantes	51
5.10 Selección de los equipos propuestos por ITT	53
5.11 Desarrollo del proyecto	64
5.12 Instalación de los equipos de bombeo	64
<i>Capítulo 6: Descripción de los equipos</i>	
6.1 Descripción de los equipos para el sistema de bombeo	66
6.2 Bombas sumergibles	66
6.3 Cables sumergibles	71
6.4 Tuberías de polietileno	73
6.5 Cámaras de bombeo	74
6.6 Coples de instalación	74
6.7 Sistemas de control de Nivel	74
6.8 Tableros de arranque	75
6.9 Dispositivos electrónicos de protección	76
6.10 Medidor de Caudal	77
6.11 Pinza amperimétrica	78
6.12 Medidor de Aislamiento	78
6.13 Sistemas de control de equipos de bombeo	79
6.14 Software Flyps	79
<i>Capítulo 7: Evaluación económica</i>	
7.1 Evaluación económica	81
7.2 Costo de la energía eléctrica	81
7.3 Cuadro tarifario	81
7.4 Análisis de costo del proyecto	83

7.5 Ahorros estimados de consumo energético	84
7.6 Ahorros estimados por ahorro operativo	87
7.7 Análisis de inversión	87
7.8 Resumen de análisis	91
Capítulo 8: Conclusiones y Recomendaciones	
8.1 Conclusiones	92
8.2 Recomendaciones	93
Bibliografía	94
Paginas web consultadas	95
Anexos de Tablas	
<i>Tabla N°1</i> De viscosidades del agua	96
<i>Tabla N°2</i> De viscosidad del agua (continuación)	97
<i>Tabla N°3</i> De presión atmosférica	98
<i>Tabla N°4</i> De presión de vapor del agua	99
<i>Tabla N°5</i> Constante de perdidas en accesorios	100
<i>Tabla N°6</i> Constante de perdidas en accesorios (Cont)	101
<i>Tabla N°7</i> Características técnicas de las tubería HDPE	102
<i>Tabla N°8</i> Rugosidad absoluta de las tubería	103
<i>Tabla N°9</i> De velocidades recomendadas por ITT	104
Anexo de Manuales de Mantenimiento	
<i>Anexo 1</i> Manual de mantenimiento y operación bomba BS2640.180	
<i>Anexo 2</i> Manual de mantenimiento y operación bomba BS2670.180	
<i>Anexo 3</i> Manual de mantenimiento y operación bomba BS2201.180	
<i>Anexo 4</i> Manual de mantenimiento y operación bomba BS24000.180	
Anexos de Resoluciones	
<i>Anexo 5</i> Resolución OSINERGMIN N° 182-2009-OS/CD	
<i>Anexo 6</i> Resolución Tarifaria OSINERGMIN	

Capítulo 2:

Se hace una descripción de la empresa (en que actualmente el autor de este trabajo labora), lo que permite el desarrollo y la ejecución de proyectos para el drenaje en la profundización de rampas de minas de socavón. Asimismo la organización de la Empresa, con una breve reseña histórica de la misma, su organización, ubicación geográfica.

Capítulo 3:

Se da una breve descripción de las actividades desarrolladas por la Empresa, como sus principales clientes.

Capítulo 4:

En este capítulo se dan a conocer las características del sector minero referente a las minas de socavón y las de tajo abierto, como su origen, reservas y extracción. Asimismo el fundamento teórico requerido para la selección de equipos de bombeo aplicados para el drenaje en la profundización de una rampa.

Capítulo 5:

Se dan a conocer la información general como los antecedentes del proyecto, asimismo se realizan los cálculos para la selección de los equipos propuestos por la Empresa con los datos recabados en los trabajos de campo, como el dimensionamiento de los sistemas de tuberías para la mejora del bombeo.

Capítulo 6:

Descripción de los equipos que realizan el sistema de drenaje en la profundización de una rampa, profundizando en el tema de las bombas

sumergibles, dándose a conocer las especificaciones técnicas como las ventajas estos equipos.

Capítulo 7:

Evaluación económica; se dan a conocer los costos del proyecto como los ahorros que se obtendrán y por ultimo se estima el periodo aproximado de la recuperación de la inversión.

Capítulo 8:

Conclusiones y recomendaciones del proyecto

CAPITULO 1

OBJETIVOS

1.1 OBJETIVOS

El presente trabajo tiene la finalidad de alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivos principales.

- Analizar y proponer la mejora del sistema de bombeo en el desarrollo de una rampa para una Mina de Socavón.

Objetivo específico.

- Aumentar la capacidad de bombeo, seleccionando los equipos adecuados al requerimiento de la mina.
- Disminuir la demanda energética actual, realizada por el sistema de bombeo
- Re dimensionar los sistemas de tuberías en las cámaras de bombeo que necesiten aumentar su demanda de caudal.

CAPITULO 2

ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

2.1 LA EMPRESA

El nombre de la empresa es **ITT** y cuyas siglas significan (International Telephone & Telegraph)

2.2 HISTORIA:

ITT es una empresa fundada en 1920 con su sede en Estocolmo Suecia, actualmente desempeña un papel importante y vital en los mercados que incluyen la tecnología de los fluidos, los sistemas de defensa electrónica, como el movimiento y control de flujo.

Referente a la tecnología de fluidos, ITT es líder mundial del manejo del agua y el mayor proveedor mundial de bombas y sistemas para el transporte, tratamiento y control de agua como de otros líquidos.

Sus negocios abarcan los procesos de la industria, suministros del agua residencial y comercial, así como de las aguas residuales; En este rubro encontramos a las empresas: Flygt, Goulds Pumps, Lowara, Bell & Gossette, AC pumps, Vogel, Leopold, Saniter, Wedeco. En los sistema de defensa electrónica.

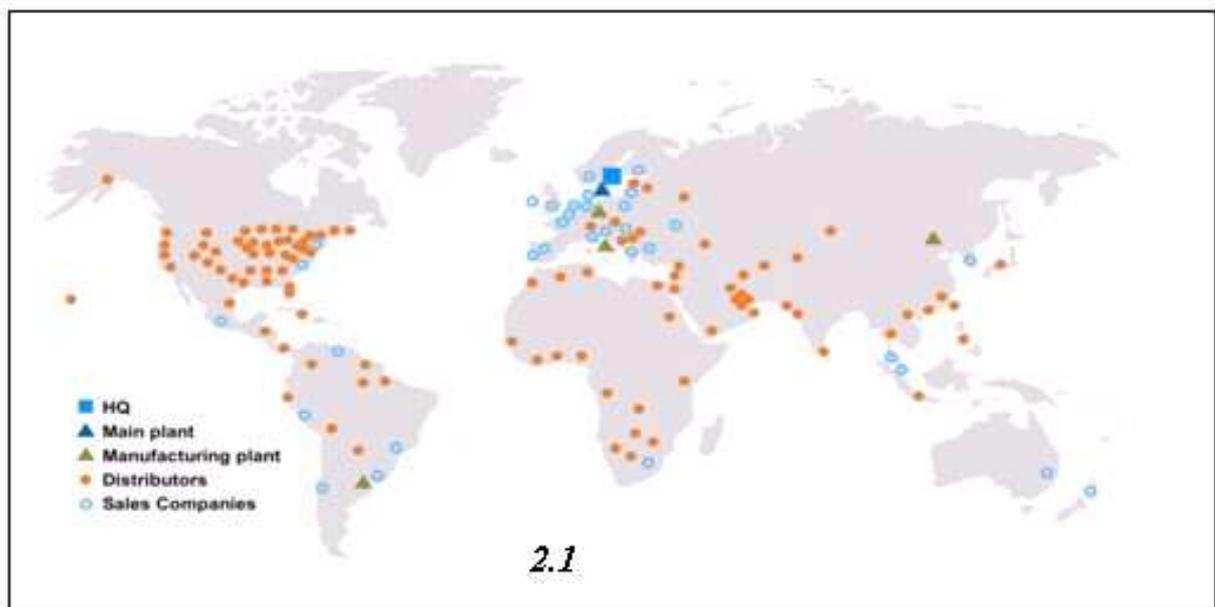
ITT es una empresa líder referente a los sistemas de defensa y proveedora de tecnologías avanzadas a las empresas aeroespaciales, como sistemas y servicios operativos para clientes militares y civiles.

En el cual podemos encontrar: técnicas avanzadas de ingeniería y de las ciencias, sistemas de comunicación, sistemas electrónicos, inteligencia e información de guerra, visión nocturna, sistemas espaciales y la división de sistemas.

En el campo de movimiento y control de flujo ITT es un proveedor líder de productos de misión crítica para el sector aeroespacial, industrial, transporte, médicos y de los mercados de consumo. En los que podemos encontrar: controles tecnológicos, absorción de energía, control de flujos, soluciones de interconexión y propuestas tecnológicas.

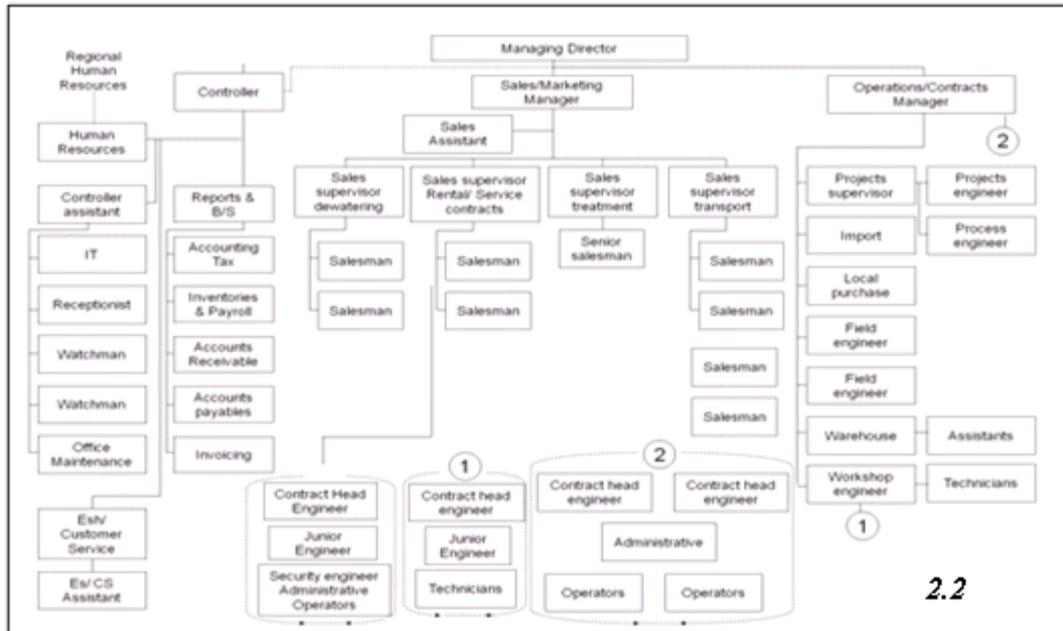
2.3 LA ORGANIZACIÓN.

Figura 2.1.- Sedes de ITT a Nivel Mundial



2.4 ORGANIGRAMA

La empresa alberga a 120 personas entre personal técnico y logístico en la figura 2.2 se puede apreciar su organigrama



2.5 UBICACIÓN.

Las oficinas corporativas de ITT WWW Perú S.A se encuentran en la calle Gamma 253 Parque industria y comercio del Callao, teniendo su area comercial en la calle Monterrey 351 Piso 10 Chacarilla, Surco

2.6 FUNCIONES EN LA EMPRESA

En la actualidad el autor del informe forma parte de ITT Water & Wastewater Perú S.A como ejecutivo de ventas, con aproximadamente 4 años de permanencia en la organización desarrollando las siguientes actividades:

- Gestión e implementación de equipos de bombeo de las líneas que maneja Flygt, en los sectores de la industria minera
- Selección de equipos de bombeo, para los proyectos de profundización de rampas.

- Elaboración de informes de reparación de equipos que llegan a las instalaciones.
- Capacitación de personal y clientes en las áreas de mantenimiento, planeamiento y proyectos dedicados a los sistemas de bombeo.

CAPITULO 3

ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA

3.1 ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR ITT WATER & WASTEWATER PERU S.A

ITT Water & Wastewater Perú S.A. es filial de la prestigiosa empresa sueca FLYGT AB del grupo ITT líder mundial en la comercialización de electrobombas sumergibles y en soluciones integrales en los sistemas de bombeo. ITT Water & Wastewater Perú S.A. se hace presente en el mercado Peruano desde el 02 enero del 2002, donde se tiene el compromiso de comercializar localmente las electrobombas Flygt, que son utilizados en actividades mineras, procesos industriales, sistemas cloacales, en la construcción y en la agricultura.

Se dedica a la venta, instalación, mantenimiento, alquiler de equipos de bombeo, así como también a la realización y diseño de todos los proyectos de ingeniería como estudios técnicos, económicos necesarios para la asistencia post-venta.

Su actividad principal centrada en los productos FLYGT, se ha venido desarrollando durante los últimos 8 años con una amplia y total implementación.

ITT Water & Wastewater Perú S.A. actúa en varios campos de actividad, tales como: minería, obras públicas, industria, agricultura,

acuicultura, energías alternativas, alimentación, industria química, petroquímica, farmacéutica, etc.

3.2 ITT WASTEWATER EN CIFRAS A NIVEL MUNDIAL.

- 40,000 empleados
- US\$ 6,77 Billones de dólares en el (2004)
- Primer fabricante de equipos de bombeo a nivel mundial
- 1800 distribuidores y agentes en 137 países

3.3 PRINCIPALES CLIENTES DE ITT WATER & WASTEWATER PERU S.A.

Entre los principales clientes de ITT WWW Perú S.A. se encuentran:

Empresa	Rubro
Compañía Minera Yanacocha	Minería
Compañía Minera Gold Fileds	Minería
Compañía Minera San Simón	Minería
Compañía Minera Barrik	Minería
Volcan Compañía Minera	Minería
Pan American Silver	Minería
Compañía Minera Antamina	Minería
Southern Peru Corporation	Minería
Xtrata Tintaya	Minería
Sociedad Minera Cerro Verde	Minería
Grupo Hoshing	Minería
Compañía Minera Milpo	Minería
Compañía Minera Atacocha	Minería
Compañía Minera Casapalca	Minería
Compañía Minera Los Quenuales	Minería
Compañía Minera Catalina Huanca	Minería
Compañía Minera Condestable	Minería

Compañía Minera Castrovirreyna	Minería
Doe run Peru	Minería
Compañía Minera Comarsa	Minería
Minera IRL (Corihuarmi)	Minería
Compañía de Minas Buenaventura	Minería
Compañía Minera El Rosario	Minería
Compañía Minera San Ignacio de Morococha	Minería
Compañía Minera Retamas	Minería
Sociedad Minera El Brocal	Minería
Sociedad Minera Austria Duvaz	Minería
Compañía Minera Huallanca	Minería
Sedapal	Saneamiento
Sedalib	Saneamiento
EPS Grau	Saneamiento
EPS Tacna	Saneamiento
Sedapar	Saneamiento
Aguas de Iquitos	Saneamiento
Talsa	Agroindustria
Campo Sol	Agroindustria
GYM	Construccion
JJSM	Construccion
Odebrech	Construccion

CAPITULO 4

MARCO TEORICO

4.1 CARACTERISTICAS DEL SECTOR MINERO

La Minería es la obtención selectiva de minerales y otros materiales (salvo materiales orgánicos de formación reciente) a partir de la corteza terrestre.

La minería es una de las actividades más antiguas de la humanidad. Casi desde el principio de la edad de piedra, hace 2,5 millones de años o más, ha venido siendo la principal fuente de materiales para la fabricación de herramientas. Puede decirse que la minería surgió cuando los predecesores de los seres humanos empezaron a recuperar determinados tipos de rocas para tallarlas y fabricar herramientas.

Al principio, la minería implicaba simplemente la actividad, muy rudimentaria, de desenterrar el sílex u otras rocas. A medida que se vaciaban los yacimientos de la superficie, las excavaciones se hacían más profundas, hasta que empezó la minería subterránea.

4.1.1 MINERIA SUBTERRANEA

La minería subterránea o de socavón desarrolla su actividad por debajo de la superficie a través de labores subterráneas. En términos comparativos, la maquinaria que se usa en la minería subterránea es mucho más pequeña que la que se utiliza a cielo abierto, debido a las limitaciones que impone el tamaño de las galerías y demás labores.

Para la minería subterránea se hace necesario la realización de túneles (rampa), pozos, chimeneas y galerías, así como cámaras. Los métodos más empleados son mediante túneles (rampas) y pilares, hundimientos, corte y relleno, realce por subniveles y cámaras-almacén.

En el caso de ser una mina subterránea se realizan trabajos de desarrollo para llegar hasta el mineral mediante galerías (túneles horizontales), chimeneas, (túneles verticales o inclinados que no se comunican a superficie), piques (túneles verticales que salen a la superficie), rampas (túneles en forma de espiral con una pendiente que varía entre los 12° a 15° las cuales sirven como medios de comunicación entre niveles horizontales), etc.

Posteriormente se realizan trabajos de preparación es decir se diseña en el terreno la forma de como extraer el mineral estableciendo un método de minado. El túnel principal de minado se denomina socavón.

4.1.2 MINERIA A TAJO ABIERTO

Las minas a cielo abierto, o minas a tajo abierto, son aquellas cuyo proceso extractivo se realiza en la superficie del terreno, y con maquinarias mineras de gran tamaño.

Las labores características de este sistema de explotación son los: bancos, bermas, pista, talud final, talud de trabajo, plaza, corta, etc.

En su desarrollo y preparación, el tajo abierto se ve como un gran tazón y este se va construyendo en la medida en que la operación va avanzando, tanto lateralmente como en profundidad. A medida que se va trabajando, se genera una especie de anfiteatro (por su forma escalonada) cuya forma puede ir cambiando en la medida en que avanza la operación.

Si bien el concepto de una mina de tajo abierto es sumamente básico, su concepción y desarrollo involucra un planeamiento complejo y costoso.

Cabe indicar, además, que frecuentemente muchas operaciones mineras empiezan como tajo abierto y, cuando llegan a un punto en que el costo de extraer el mineral no cubre el costo de extracción de las rocas aledañas empiezan a utilizar métodos de minería de socavón.

4.2 ORIGENES DE LOS YACIMIENTOS MINEROS

El origen de los yacimientos minerales puede ser tan variado como lo son los procesos geológicos, y prácticamente cualquier proceso geológico puede dar origen a yacimientos minerales.

En un estudio más restrictivo, hay que considerar dos grandes grupos de yacimientos:

1. Los de minerales, ya sean metálicos o industriales, que suelen tener su origen en fenómenos locales que afectan a una roca o conjunto de éstas
2. Los de rocas industriales, que corresponden a áreas concretas de esa roca que presentan características locales que favorecen su explotación minera

A grandes rasgos, los procesos geológicos que dan origen a yacimientos minerales son los siguientes:

- Procesos ígneos:
 - Plutonismo: produce rocas industriales (los granitos en sentido amplio), y minerales metálicos e industriales (los denominados yacimientos ortomagmáticos, producto de la acumulación de minerales en cámaras magmáticas)
 - Volcanismo: produce rocas industriales (algunas variedades "graníticas", áridos, puzolanas) y minerales metálicos, a menudo, en conjunción con procesos sedimentarios: yacimientos de tipo "sedex" o volcano-sedimentarios
 - Procesos pegmatíticos: pueden producir yacimientos de minerales metálicos (p.e. casiterita) e industriales: micas, cuarzo, entre otros
 - Procesos neumatolíticos e hidrotermales: suelen dar origen a yacimientos de minerales metálicos muy variados, y de algunos minerales de interés industrial
- Procesos exógenos o superficiales:
 - La erosión: es el proceso por el cual las rocas de la superficie de la tierra, en contacto con la atmósfera y la hidrosfera, se rompen en fragmentos y sufren transformaciones físicas y químicas, que

dan origen a fragmentos o clastos, y a sales, fundamentalmente. Las transformaciones que implica la erosión pueden dar lugar a yacimientos, que reciben el nombre de yacimientos residuales.

El transporte de los clastos por las aguas y el viento y de las sales por el agua modifica la composición química tanto del área que sufre la erosión como del área a la que van a parar estos productos. Además, durante el propio transporte se producen procesos de cambio físicos y químicos, nuevas erosiones, depósito de parte de la carga transportada, etc.

- La sedimentación detrítica: da origen a rocas como las areniscas, y a minerales que podemos encontrar concentrados en éstas, en los yacimientos denominados de tipo placer: oro, casiterita, gemas, entre otros.
- La sedimentación química: da origen a rocas de interés industrial, como las calizas, y a minerales industriales, como el yeso o las sales, fundamentalmente
- La sedimentación orgánica: origina las rocas y minerales energéticos como el carbón e hidrocarburos sólidos (bitúmenes, asfaltos), líquidos (petróleo) y gaseosos (gas natural). También origina otras rocas y minerales de interés industrial, como las fosforitas, o las diatomitas, entre otras.

Como ya se ha mencionado, la sedimentación asociada a los fenómenos volcánicos produce yacimientos de minerales metálicos de gran importancia.

- **Procesos metamórficos:**

- El metamorfismo da origen a rocas industriales importantes, como los mármoles, o las serpentinitas, así como a minerales con aplicación industrial, como el granate. No suele dar origen a

yacimientos metálicos, aunque en algunos casos produce en éstos transformaciones muy importantes.

Así pues, y a modo de conclusión, en cada caso han de darse unas determinadas condiciones que permitan que se origine el yacimiento, como algo diferenciado del conjunto rocoso, en el que uno o varios procesos geológicos han actuado de forma diferencial con respecto al resto del área, lo que ha permitido que se produzcan esas condiciones especiales que suponen la génesis del yacimiento.

4.3 RESERVAS MINERAS.

En el Perú, recientemente se publicó información sobre las reservas mineras correspondiente al año 2007 (ver cuadro adjunto) Las anteriores cifras publicadas daban cuenta del año 1996, las mismas que al ser comparadas con las recientes muestran un sustancial incremento para todos los metales que produce el país.

	Reservas 1996	Reserva 2007
Plata (miles de onzas finas)	986,277	1,922,681
Oro (miles de onzas finas)	44,214	60,902
Cobre (miles de TMF)	30,160	72,146
Zinc (miles de TMF)	10,811	20,826
Plomo (miles de TMF)	4,639	6,020
Hierro (miles de TLF)	757,144	882,177
Estaño (miles de TMF)	622	385

Fuente: MEM

Los resultados que se muestran dan cuenta de la inversión realizada en el sector minero, sustentada en este caso en un mayor número de labores nuevas y complementarias de exploración que se han dado tanto en zonas aledañas como nuevas, con el objeto de ampliar el horizonte de vida (reservas) de su operación.

Finalmente, se infiere que para mantener o incrementar el nivel de reservas mineras en el tiempo resulta indispensable seguir realizando trabajos de exploración, de modo que no sólo se asegure la ampliación de las reservas disponibles, sino que se puede hacer frente a escenarios de precios adversos con mayor soltura y al mismo tiempo se alarga el ciclo productivo minero del país.

4.4 DEFINICION DE UN FLUIDO

El fluido es una sustancia que se deforma continuamente bajo la aplicación de un esfuerzo de corte (tangencial), sin importar cuán pequeño pueda ser este esfuerzo.

4.4.1 HIPOTESIS DEL MEDIO CONTINUO.

En nuestra definición de un fluido no se menciona la estructura molecular de la materia. Todos los fluidos se encuentran compuestas por moléculas en constante movimiento, sin embargo en la mayor parte de las aplicaciones de ingeniería lo que nos interesa son los efectos promedio macroscópicos de muchas moléculas. Estos efectos macroscópicos son los que ordinariamente percibimos. Del modo trataremos al fluido como una sustancia infinitamente divisible, es decir, un medio continuo, dejando de lado el comportamiento de las moléculas individuales.

La hipótesis del medio continuo es la hipótesis fundamental de la mecánica de fluidos y en general de toda la mecánica de medios continuos. En esta hipótesis se considera que el fluido es continuo a lo largo del espacio que ocupa, ignorando por tanto su estructura molecular y las discontinuidades asociadas a esta. Con esta hipótesis se puede considerar que las propiedades del fluido (densidad, temperatura, etc.) son funciones continuas.

4.4.2 CARCATERISTICAS DE LOS DE FLUIDOS

La mecánica de fluidos trata acerca del comportamiento de fluidos gases y líquidos en reposo y en movimiento, así como las fuerzas que los provocan. También estudia las interacciones entre el fluido y el contorno que lo limita. La hipótesis fundamental en la que se basa toda la mecánica de fluidos es la hipótesis del medio continuo.

La característica fundamental que define a los fluidos es su incapacidad para resistir esfuerzos cortantes (lo que provoca que carezcan de forma definida).

Dada la característica de los líquidos y su manejo el cual se hace con procedimientos desarrollados con base en la teoría de los fluidos lo cual lo permite definir con relativa facilidad sus propiedades físicas, es necesario realizar un fundamento teórico para su mejor comprensión.

4.4.3 CAUDAL (Q).

Se refiere a la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

$$Q = A * V \quad 4.1$$

Donde:

Q : Caudal (l/s)

V : Velocidad del fluido (m/s)

A : Area de la tubería (m^2)

4.4.4 VISCOSIDAD (μ).

Esta propiedad de los fluidos es la resistencia que estos poseen a un movimiento cortante; es decir, su rozamiento interno.

4.4.5 VISCOSIDAD CINEMATICA (ν)

Representa la característica propia del líquido desechando las fuerzas que genera su movimiento, obteniéndose a través de la relación entre la Viscosidad Absoluta y la densidad Su unidad es el stoke (cm²/seg) o centistoke. (*Ver Anexo tabla N°1-2*)

4.4.6 DENSIDAD RLATIVA. (*DR*).

Es una comparación de la densidad de una sustancia con la densidad de otra que se toma como referencia. La densidad relativa es adimensional (sin unidades), puesto que queda definida como el cociente de dos densidades

4.4.7 NUMERO DE REYNOLDS. (*Re*)

Es la razón entre la velocidad del fluido y la velocidad de corte, Dicho número o combinación adimensional aparece en muchos casos relacionado con el hecho de que el flujo pueda considerarse laminar (número de Reynolds pequeño) o turbulento (número de Reynolds grande), esta ecuación se puede expresar de la siguiente forma:

$$Re = \frac{V * ID}{\nu} \quad 4.2$$

Donde:

Re : Numero de Reynolds

V : Velocidad del fluido

ID : Diámetro de la tubería a través de la cual circula el fluido

ν : Viscosidad cinemática del fluido.

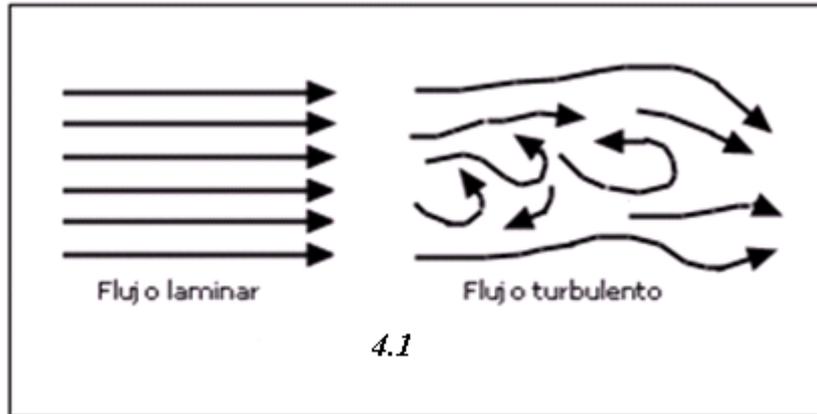
4.4.8 FLUJO LAMINAR.

Es aquel en el cual el fluido se mueve en forma paralela u ordenada, de manera que el fluido se mueva en laminas paralelas sin entremezclarse si la corriente tiene lugar entre dos planos paralelos, o en capas cilíndricas coaxiales.

$$R_e < 2000 \text{ Flujo Laminar}$$

4.4.9 FLUJO TURBULENTO.

Se llama flujo turbulento o corriente turbulenta al movimiento de un fluido que se da en forma caótica, en que las partículas se mueven desordenadamente y las trayectorias de las partículas se encuentran formando pequeños remolinos aperiódicos los cuales podemos apreciar en la figura 4.1



$$R_e > 4000 \text{ Flujo Turbulento}$$

4.4.10 PRESION ATMOSFERICA (P_{atm}).

La presión atmosférica es la presión ejercida por el aire atmosférico en cualquier punto de la atmósfera. Normalmente se refiere a la presión atmosférica terrestre. (Ver Anexo tabla N°3)

4.4.11 PRESION DE VAPOR (P_v)

Los líquidos a cualquier temperatura arriba de su punto de congelación, tienen una presión de vapor correspondiente que debe considerarse cuando se calcula un sistema de bombeo. La reducción de la presión en el tubo de succión a una más bajo de la presión de vapor del líquido puede causar que el líquido se vaporice, es decir formación de burbujas en el líquido. (*Ver Anexo tabla N°4*)

4.4.12 ALTURA ESTÁTICA (H_e)

En las aplicaciones de bombas generalmente se le llama a la altura del líquido que actúa sobre la succión o descarga de la bomba, altura estática en la entrada o salida y se expresa como un cierto número de metros de líquido. La altura estática es la diferencia de elevación y puede calcularse para una variedad de condiciones que se encuentran en una instalación de bombeo.

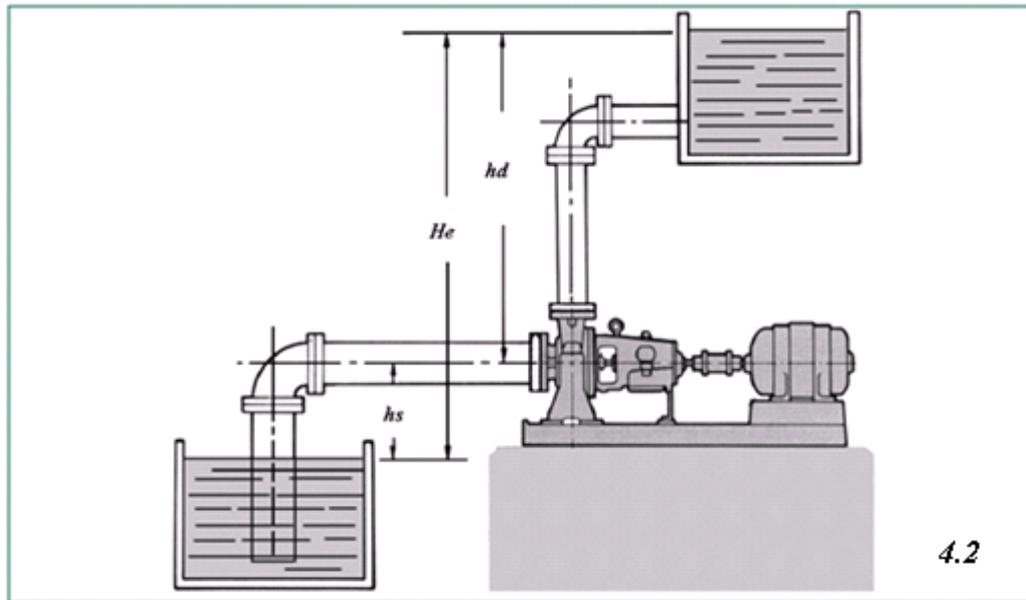
$$H_e = h_s + h_d \quad 4.3$$

H_e : Altura estática

h_s : Altura de aspiración o succión

h_d : Altura de impulsión o descarga

En la Figura 4.2. Podemos apreciar los términos usados en bombeo.



4.4.13 CARGA DE SUCCION (H_s).

Viene dado por la diferencia de elevación entre el eje de la bomba y el nivel mínimo del agua en la fuente o captación, afectado por la pérdida de carga en el lado de la succión o aspiración.

$$H_s = h_s + \Delta h_s \quad 4.4$$

H_s : Carga de Succión o aspiración.

h_s : Altura de aspiración o succión estática, la cual es la Distancia vertical entre el nivel de comparación de la bomba y la superficie del liquido en el lado de la succión.

Δh_s : Perdida de carga en la succión o aspiración.

4.4.14 CARGA DE DESCARGA (Hd).

Está dada por la diferencia de elevación entre el nivel máximo de las aguas en el sitio de llegada y el eje de la bomba más las pérdidas de carga del lado de la tubería de impulsión o descarga.

$$Hd = hd + \Delta hd \quad 4.5$$

- Hd : Carga de impulsión o descarga
 hd : Altura de impulsión o descarga, o sea, la altura de nivel Superior en relación al eje de la bomba
 Δhd : Perdida de Carga en la impulsión o descarga.

4.4.15 CARGAS DE FRICCIÓN. (Δh).

Las cargas o pérdidas de fricción en tuberías se encuentran comprendidas en la suma de perdidas mayores y menores. Las cuales se encuentran en las tuberías de succión como en las de descarga.

$$\Delta h = h_M + h_m \quad 4.6$$

- *Perdidas Mayores de fricción (h_M)*

$$h_M = f \frac{L \times V^2}{2g \times ID} \quad 4.7$$

Donde:

- L : Longitud de la tubería (m)
 f : Factor de fricción

ID : Diámetro interior de la tubería a través de la cual circula el fluido (m)

V : Velocidad del fluido (m/s)

g : Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

h_M : Pérdidas mayores de fricción (m)

- **Pérdidas Menores de fricción (h_m).**

$$h_m = K \frac{V^2}{2g} \quad 4.8$$

Donde:

K : Constante de pérdidas del accesorio (m)

V : Velocidad del fluido (m/s)

g : Aceleración de la gravedad (9.81m/s²)

h_m : Pérdidas secundarias de fricción (m)

K : Constante de pérdidas del accesorio (Ver Anexo tabla N°5-6)

4.4.16 ALTURA DINAMICA TOTAL (ADT).

La altura dinámica puede ser definida como el incremento total de la carga del flujo a través de la bomba. Es la suma de la carga estática o elevación más la fricción.

$$ADT = H_s + H_d \quad 4.9$$

ADT : Altura dinámica total

H_s : Carga de Succión

H_d : Carga de descarga

4.4.17 VELOCIDAD DE COLUMNA(h_v)

Un líquido que se mueve en un tubo a cualquier velocidad, posee una energía cinética debido a su movimiento. La velocidad de la columna es la distancia de caída necesaria para que un líquido adquiriera una velocidad dada, y viene dada en la fórmula.

$h_v = v^2/2g$, en donde h_v = velocidad de la columna; g = aceleración

debida a la gravedad (9.81 m/s²). Nótese que la velocidad del líquido en el punto que se considera debe sustituirse en esta relación por la velocidad de la columna.

4.4.18 FACTOR DE FRICCIÓN (f)

El factor de fricción o coeficiente de resistencia de Darcy-Weisbach (f) es un parámetro adimensional que se utiliza para calcular la pérdida de carga en una tubería debida a la fricción. El cálculo del factor de fricción y la influencia de dos parámetros (número de Reynolds Re y rugosidad relativa ϵ_r) depende del régimen de flujo.

Para determinar la resistencia de los tubos con rugosidades reales en los cálculos prácticos, también se puede recomendar la siguiente fórmula universal del científico soviético A. Astshul (Ver anexo)

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.8 \log \left[\frac{Re}{Re \times \frac{\epsilon}{D} + 7} \right] \quad 4.10$$

*Libro de Hidraulica B.Nekrasov Editorial MIR Tercera Edicion 1968 Cap.
7 pag. 156*

Donde:

Re : Número de Reynolds

f : Factor de fricción

ID : Diámetro interior de la tubería a través de la cual circula el fluido

ε : Rugosidad absoluta de la tubería

4.4.19 NPSH Requerido

Se encuentra en función del diseño de fábrica de la bomba, su valor, determinado experimentalmente, es proporcionado por el fabricante. El NPSH requerido corresponde a la carga mínima que necesita la bomba para mantener un funcionamiento estable. Se basa en una elevación de referencia, generalmente considerada como el eje del rodete.

4.4.20 NPSH Disponible

Se encuentra en función del sistema de succión de la bomba, se calcula en metros de agua, mediante la siguiente fórmula

$$NPSH_d = P_{atm} - P_{vap} - H_s - \Delta h_s \quad 4.11$$

$NPSH_d$: Carga neta de succión positiva disponible (m)

P_{atm} : Presión Atmosférica (m)

P_{vap} : Presión de Vapor (m)

H_s : Altura estática de succión (m)

Δh_s : Carga de fricción en la succión (m)

Para evitar el riesgo de la cavitación por presión de succión, se debe cumplir que:

$$NPSH_{Disponible} > NPSH_{Requerida}$$

4.12

Para el cálculo del NPSH se debe fijar un nivel de referencia con respecto a la bomba. En las bombas que trabajan horizontalmente (eje horizontal) el plano de referencia se localiza 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 considerara la ubicación del inferior.

Otras causas de cavitación en bombas son las excesivas revoluciones del rotor. En este caso se debe verificar que la velocidad específica de operación no sobrepase la máxima dada por el fabricante.

4.4.21 CAVITACION

Con una elevación de succión anormalmente elevada o el NPSH insuficiente, puede ocurrir la cavitación en la instalación de bombeo.

La cual desarrolla una presión de succión baja en la entrada de la bomba, la presión disminuye hasta crear un vacío y el líquido se convierte en vapor, si la presión del tubo es más baja que la presión de vapor del líquido. El flujo de líquido de la bomba desaparece. Esto se conoce como punto de corte debido a que se ha alcanzado el límite de la capacidad de la bomba con esta presión de entrada. La bomba se acerca ahora a condiciones de operación que pueden causar daño.

Cuando la presión de entrada está a punto de alcanzar el punto de vaporización, las bolsas de vapor forman burbujas en el lado posterior del alabe del impulsor, cerca de su base. Conforme una

burbuja se mueve del área de baja presión en la admisión al área de alta presión cerca del extremo del alabe, la burbuja desaparece. Se deshace tan rápidamente que el líquido golpea el alabe con fuerza extrema, a veces lo bastante fuerte para descascarar pequeñas partículas del impulsor. El daño generalmente se llama picadura, y el ruido que se oye en el interior de la bomba durante la cavitación es causado por el colapso de las burbujas de vapor.

4.4.22 CURVA DEL SISTEMA

La curva de sistema de bombeo es una gráfica que muestra la altura de bombeo requerida la cual está en función del caudal para un diámetro determinado y las pérdidas de fricción ocasionadas por ella.

Esta curva nos permite visualizar fácilmente el funcionamiento del sistema. Esta curva se puede apreciar en la figura 4.3

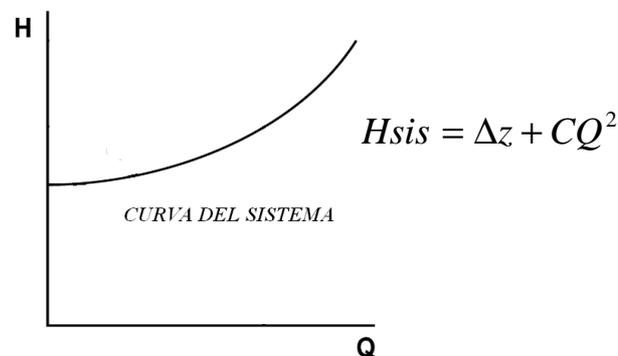


Figura 4.3 Curva del Sistema

4.4.23 CURVA CARACTERÍSTICA DE UNA BOMBA

La curva de una bomba es un dato que otorga el fabricante, en ellas tienes la altura que desarrolla esa bomba en función del caudal que bombea. Esto lo podemos apreciar en la figura 4.4

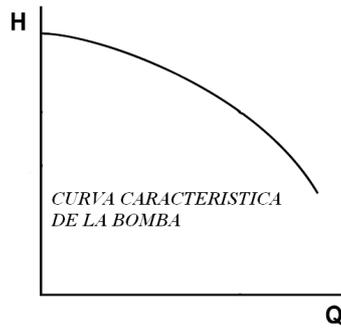


Figura. 4.4 Curva Característica de la Bomba

4.4.24 PUNTO DE OPERACIÓN

El punto de operación es el punto de intersección de la curva de del sistema y la curva característica de la bomba, graficadas en el mismo sistema de coordenadas H Vs. Q como se muestra en la figura 4.5

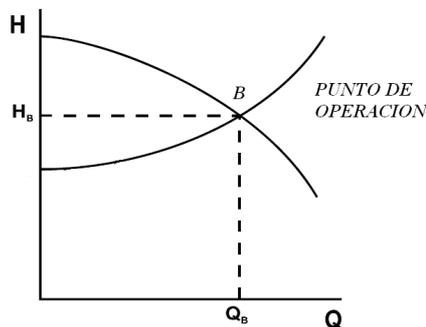


Figura. 4.5 Punto de operación de la bomba

4.4.25 VELOCIDAD RECOMENDADA DE BOMBEO

Con el fin de evitar la sedimentación, como una lenta disipación del calor en los equipos de bombeo sumergibles para el drenaje, ITT Water & Wastewater Perú S.A utiliza un rango de velocidades que se encuentra entre 2 a 4 m/s. (*Ver Anexo tabla N°9*)

CAPITULO 5

INGENIERIA DEL PROYECTO

5.1 INGENIERIA DEL PROYECTO DEL SISTEMA DE BOMBEO.

La ingeniería del proyecto del sistema de bombeo, se encuentra basado en las consideraciones de diseño, dimensionamiento del sistema de tuberías y las consideraciones de diseño como las recomendaciones generales para los equipos de bombeo, según el *Hydraulic Institute*.

5.2 INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO.

- Compañía : Compañía Minera Polimetálica
- Dirección : Animon – Cerro de Pasco
- Contacto : Superintendencia de Mantenimiento

5.3 UBICACIÓN GEOGRAFICA.

La unidad Minera polimetálica se encuentra en la sierra central, pertenece al distrito de Huayllay, provincia y departamento de Pasco a 4,600 m.s.n.m.

5.4 ANTECEDENTES DEL PROYECTO.

La Empresa Minera del Centro del Perú S.A. CENTROMÍN PERÚ S.A, es una Empresa de total propiedad del estado, fue formada en 1974 a través de la nacionalización de la Cerro de Pasco Corporation, la que fue creada en 1902 después de la fusión de las Compañías: Inversiones Cerro de Pasco, Compañía Minera y de Ferrocarriles y la Compañía Minera Morococha.

A inicios del año 2001, CENTROMIN PERÚ S.A. poseía y operaba 2 minas polimetálicas (MOROCOCHA y YAURICOCHA), un gran proyecto cuprífero (TOROMOCHO), varios proyectos en exploración, cuatro plantas hidroeléctricas (ELECTROANDES S.A.) y una instalación portuaria (IMEXCALLAO S.A.) Sus actividades se realizaban en 3 departamentos: Lima, Junín y Pasco, estas minas eran del tipo socavón; constituyendo una de las más importantes fuentes de desarrollo de la región central del país.

Antes del proceso de privatización CENTROMIN PERÚ S.A. operaba 7 minas de su propiedad (ANDAYCHAGUA, CASAPALCA, COBRIZA, CERRO DE PASCO, MOROCOCHA, SAN CRISTÓBAL Y YAURICOCHA) que abastecía de concentrados a su FUNDICIÓN DE LA OROYA, esta fundición producía 3 metales base (Cobre, plomo y zinc), 2 metales preciosos (Oro y plata) y varios productos derivados (incluyendo antimonio, bismuto, indio, telurio, selenio, ácido sulfúrico y arsénico).

En Julio de 1996 se inició la privatización, con la visión de ser reconocidos como empresa promotora de la inversión privada en el desarrollo de actividades mineras y conexas en el país, contribuyendo al bienestar social, desarrollo económico y cultural de la población en el área de influencia, supervisando los compromisos de inversión de las Unidades Privatizadas y con la misión de preparar Unidades de Negocios, proyectos y prospectos mineros, desarrollando actividades de promoción minera, para atraer inversionistas que generen recursos, puestos de trabajo en el país, armonizando la actividad minera con los objetivos de desarrollo y bienestar de la región, bajo una rigurosa política ambiental.

El modelo para desarrollar el presente informe titulado **“Mejoramiento del Sistema de Bombeo en el Desarrollo de una Rampa de una Mina de Socavón”** será en base a la experiencia del autor del presente documento con una conocida empresa minera que en adelante se denominará con el nombre ficticio: “Compañía Minera Polimetálica S.A”.

Esta empresa minera contaba con un contrato con una empresa no especializada que realizaba el sistema de bombeo de una manera no adecuada, utilizando 19 equipos de bombeo con una demanda de 1057HP y el bombeo total al mes de 607.4 l/s, incluyendo 8 técnicos los cuales realizan el monitoreo de los equipos in situ en dos turnos cada uno; este sistema poseía continuamente fallas y paradas, hoy en día ITT Water & Wastewater Peru S.A realiza el sistema de bombeo, usando 17 equipos con una demanda de 760.8HP y el bombeo total al mes de 759.64 l/s, incluyendo 4 técnicos especializados en 2 turnos lo cual ha permitido tener un sistema de bombeo más óptimo y continuo, incluyendo menor cantidad de personal operativo.

5.5 DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE BOMBEO.

La información referente a las condiciones de operación de los sistemas de bombeo es proporcionada por el cliente y verificadas en campo durante los trabajos de campo efectuadas en la unidad minera.

- **Aplicación 01 Zona Rampa Oeste.**

El sistema de bombeo es realizado por 09 electrobombas sumergibles de las marcas, Grindex, las cuales trabajan a las siguientes condiciones de operación (*Tabla 5.1*)

Estado actual del sistema de Bombeo Rampa Oeste.

El sistema actual de 09 equipos según lo indicado por el cliente se estaría realizando un bombeo de 403 l/s consumiendo un total de 340HP. Los cuales se encuentran distribuidos independientemente en estaciones de bombeo, contando cada uno con su operador respectivo.

Tabla 5.1

Camara	Marca de Bomba	Modelo de Bomba	Potencia HP	Altura Estatica (m)	Long. tuberia (m)	Diam. de tuberia (in)	Caudal indicado (l/s)
RO – 01	Grindex	Matador H	32	5.47	39.64	4	50
RO – 02	Grindex	Matador H	32	18.4	271	4	53
RO – 03	Grindex	Maxi H	58	32.1	500	4	60
RO – 04	Grindex	Matador H	32	18.8	53	4	12
RO – 05	Grindex	Maxi H	58	24.4	430	4	60
RO – 06	Grindex	Matador H	32	15	115	4	53
RO – 07	Grindex	Matador H	32	55	270	4	12
RO – 08	Grindex	Matador H	32	28.4	160	4	50
RO – 09	Grindex	Matador H	32	36.4	100	4	53
			340				403

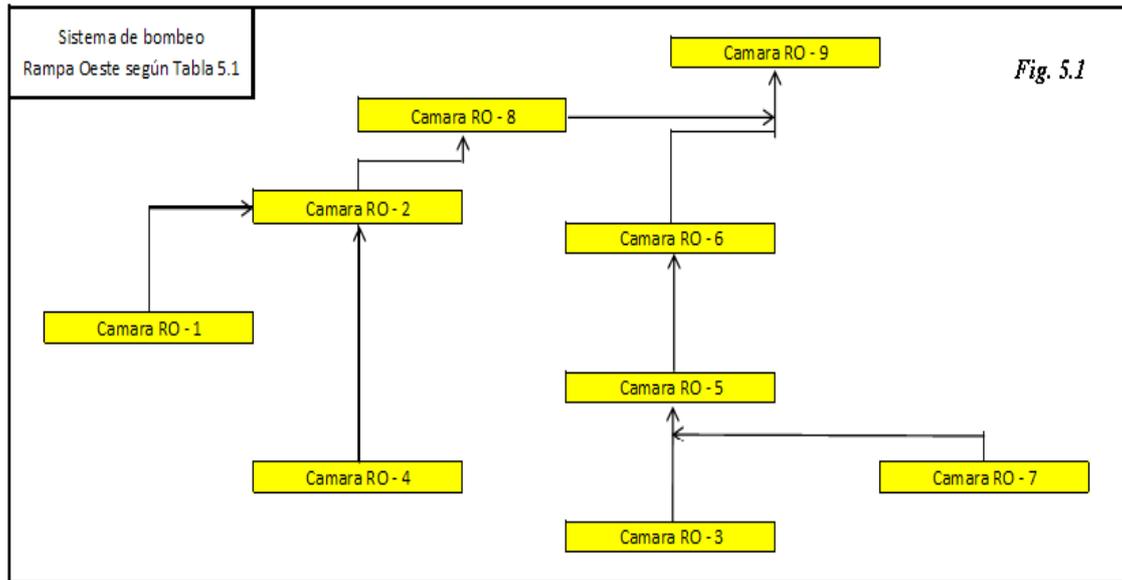


Fig 5.1 Esquema de Sistema de Bombeo Rampa Oeste

- **Aplicación 02 Zona Rampa Este.**

En esta zona el sistema de bombeo es realizado por 08 Electrobombas sumergibles de las marcas Flygt y Grindex, las cuales trabajan a las siguientes condiciones de operación de la (*Tabla 5.2*)

Estado actual del sistema de Bombeo Rampa Este

El sistema actual de 09 equipos según lo indicado por el cliente se estaría realizando un bombeo de 505 l/s consumiendo un total de 717HP, estos equipos tienen trabajo diario continuo de 9 horas por turno (Total diario 18 horas). Los cuales se encuentran distribuidos en 4 grupos contando cada grupo con un operador.

Tabla 5.2

Camara	Marca de Bomba	Modelo de Bomba	Potencia HP	Altura Estatica (m)	Long. tubería (m)	Diam. de tubería (in)	Caudal indicado (l/s)
RE - 01	Grindex	Maxi H	58	47.7	580	6	45
RE - 02	Grindex	Matador H	32	48.3	112	4	40
RE - 03	Flygt	BS2250 HT	85	48.3	112	6	60
	Flygt	BS2400MT	140	48.3	112	6	60
RE - 04	Grindex	Magnum H	85	48.3	112	6	60
	Grindex	Magnum H	85	48.3	112	6	60
RE - 05	Grindex	Maxi H	58	3.3	60	6	45
RE - 06	Grindex	Maxi H	58	3.3	60	4	45
RE - 07	Grindex	Maxi H	58	15.9	170	6	45
RE - 08	Grindex	Maxi H	58	15.9	170	4	45
			717				505

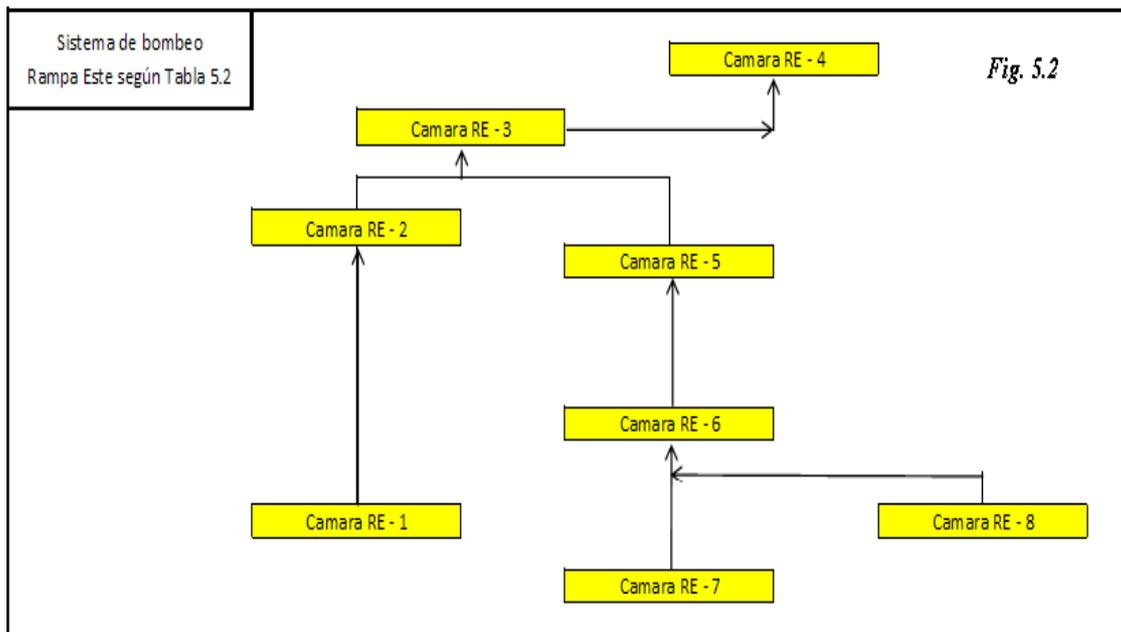


Fig 5.2 Esquema de Sistema de Bombeo Rampa Este

5.6 INFORMACION DE TRABAJO DE CAMPO.

La compañía minera polimetálica fue inspeccionada en el 2009, durante esta inspección se efectuaron 3 actividades importantes: medición, revisión y recopilación de datos de operación del sistema de bombeo en la unidad minera.

La medición de los sistemas de caudal se utilizó un caudalímetro digital portátil que sirvió para los trabajos de campo, el cual nos proporciona una lectura del caudal en cada electrobomba, la cual servirá para comprobar lo indicado por el cliente.

También se utilizó un megómetro y amperímetro, los cuales sirvieron para las lecturas de los equipos de instrumentalización, los cuales nos indican si los equipos poseen el aislamiento recomendado, las horas de trabajo por equipo, el estado de los componentes de protección, entre otros.

Se verificó que las tuberías que se usan en las cámaras de bombeo son de Polietileno de alta densidad HDPE PN10 norma ISO 4427.

En las siguientes fotos se aprecia las mediciones realizadas en los trabajos de campo interior mina. Figuras. 5.3 y 5.4



Figura 5.3 *Medición de parámetros del tablero eléctrico, utilizando la pinza amperimétrica y un megómetro.*



Figura 5.4 *Medición del Caudal en las líneas de tubería, utilizando un caudalímetro digital.*

MEDICIONES REALIZADAS EN LOS TRABAJOS DE CAMPO

Tabla 5.3
Aplicación 01 Zona Rampa Oeste

Camara	Marca de bomba	Modelo de bomba	Lectura de Caudalimetro l/s	Tiempo de trabajo del equipo	Horas de trabajo por dia
RO - 01	Grindex	Matador H	22.5	2 meses	2
RO - 02	Grindex	Matador H	15.9	2meses	18
RO - 03	Grindex	Maxi H	15.5	2.5 meses	18
RO - 04	Grindex	Matador H	26.8	2.5 meses	8
RO - 05	Grindex	Maxi H	19.5	2 meses	18
RO - 06	Grindex	Matador H	22.7	2 meses	18
RO - 07	Grindex	Matador H	7.9	2 meses	18
RO - 08	Grindex	Matador H	19.5	2 meses	18
RO - 09	Grindex	Matador H	21	3 meses	14
			171.3		

Tabla 5.4
Aplicación 01 Zona Rampa Este

Camara	Marca de bomba	Modelo de bomba	Lectura de Caudalimetro l/s	Tiempo de trabajo del equipo	Horas de trabajo por dia
RE - 01	Grindex	Maxi H	30.6	3 meses	18
RE - 02	Grindex	Matador H	14.6	3 meses	18
RE - 03	Flygt	BS2250 HT	40.8	3.5 meses	16
	Flygt	BS2400MT	65.5	3.5 meses	16
RE - 04	Grindex	Magnum H	49.5	3 meses	16
	Grindex	Magnum H	45.9	3 meses	16
RE - 05	Grindex	Maxi H	60	3.5 meses	18
RE - 06	Grindex	Maxi H	47.5	3.5 meses	18
RE - 07	Grindex	Maxi H	50.5	3.5 meses	14
RE - 08	Grindex	Maxi H	31.2	3.5 meses	14
			436.1		

Resumiendo

Total de bombeo en la Rampa Oeste	: 171.3 l/s
Total de bombeo en la Rampa Este	: 436.1 l/s
Total de bombeo	: 607.4 l/s

Total de Potencia en la Rampa Oeste	: 340 Hp
Total de Potencia en la Rampa Este	: 717 Hp
Total de Potencia	: 1057 Hp

5.7 DETERMINACION DEL PUNTO DE OPERACION PROPORCIONADO POR LOS EQUIPOS DE BOMBEO SEGUN LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN INDICADAS.

Tomando para el modelo de cálculo los datos de la cámara de bombeo *RO- 01 de la Tabla N°5.1*, Se creara la curva del sistema de la electrobomba sumergible marca Grindex modelo Matador H, para lo cual se tabulara para distintos caudales desde (0 – 50 l/s.), pero para nuestro caso comenzaremos con 10 l/s

Fluido	: Agua
Altura estática de bombeo (<i>He</i>)	: 5.47m
Longitud del tramo de la tubería (<i>LT</i>)	: 39.64m
Diámetro de la tubería	: 4”
Material de la Tubería	: Polietileno HDPE (PN10)
Ph del fluido	: 6
Rango de Caudal	: 0-50 l/s
Altitud de trabajo	: 4600msnm

Las tuberías de HDPE (PN10) de 4” poseen un diámetro interior de 90.00mm *Ver Anexo tabla N°7*

- **Calculo de la velocidad del fluido (V).** *Para lo cual Utilizaremos la ecuación 1*

$$V = \frac{Q}{A}$$

Donde:

V : Velocidad del Fluido (m/s)

Q : Caudal (l/s)

A : Área del interior de la tubería (m^2)

$$V = \frac{4 \times (10) \times 10^{-3}}{\pi(0.09)^2}$$

- **Calculo del número de Reynolds (Re).** Para el calculo será necesario el uso de 2.2.

$$R_e = \frac{V \times ID}{\nu}$$

Donde:

Re : Número de Reynolds

V : Velocidad del fluido (m/s)

ID : Diámetro interior de la tubería a través de la cual circula el fluido (m)

ν : Viscosidad cinemática del fluido (m^2/s)

ν : Viscosidad cinemática del agua a 10°C es ($1.307 \times 10^{-6} m^2/s$)

Ver Anexo tabla N°1

$$R_e = \frac{1.57 m/s \times 0.09 m}{1.307 \times 10^{-6} m^2/s} = 108,240.80$$

Como $Re > 2300$ es un flujo turbulento

- **Calculo del factor de fricción (f).**

Para lo cual utilizaremos la ecuación de Altshul (Rusia), la cual da prácticamente los mismos resultados que la de Colebrook, o los obtenidos en el diagrama de Moody como se puede comprobar su resolución es directa. *Para lo cual Utilizaremos 2.10.*

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.8 \log \left[\frac{R_e}{R_e \times \frac{\varepsilon}{ID} + 7} \right]$$

Donde:

R_e : Número de Reynolds

f : Factor de fricción

ID : Diámetro interior de la tubería a través de la cual circula el fluido

ε : Rugosidad absoluta de la tubería HDPE (PN10)

ε : Rugosidad absoluta de la tubería HDPE (PN10) es de 0.00015m Ver Anexo tabla N°8

Por lo tanto:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.8 \log \left[\frac{108,240.80}{108,240.80 \times \frac{0.0002}{0.09} + 7} \right]$$

$$f = 0.018453$$

- **Calculo de Perdidas Mayores y Menores**

Como el equipo de bombeo es sumergible se realizara el cálculo de perdidas mayores y menores referente a la descarga del equipo.

- **Calculo de las Perdidas Mayores de fricción (h_M).**

Para lo cual utilizaremos la ecuación de Darcy Weisbach 2.7.

$$h_M = f \frac{L \times V^2}{2g \times ID}$$

Donde:

L : Longitud de la tubería (m)

f : Factor de fricción

ID : Diámetro interior de la tubería a través de la cual circula el fluido (m)

V : Velocidad del fluido (m/s)

g : Aceleración de la gravedad ($9.81m/s^2$)

h_M : Pérdidas Mayores de fricción (m)

Por lo tanto:

$$h_M = 0.018453 \times \frac{39.64m \times (1.57m/s)^2}{2(9.81m/s^2) \times 0.09m}$$

$$h_M = 1.024$$

○ **Calculo de las Perdidas Menores de fricción (h_s).**

Para lo cual utilizaremos 2.8.

$$h_m = K \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

K : Constante de pérdidas del accesorio (m)

V : Velocidad del fluido (m/s)

g : Aceleración de la gravedad (9.81m/s^2)

h_m : Perdidas Menores de fricción (m)

K : Constante de pérdidas del accesorio (**Ver Anexo tabla N°5-6**)

Se están considerando el uso de los siguientes accesorios para la instalación del equipo.

01 Conexión de descarga de 4" ($K=0.3$)

01 Conexión de salida de 4" ($K=1$)

01 Valvula check de retención de 4" ($K=0.94$)

Por lo tanto:

$$h_m = (1 \times 0.3 + 1 \times 0.94 + 1 \times 1) \times \frac{(1.57\text{m/s})^2}{2 \times 9.81\text{m/s}^2}$$

$$h_m = 0.282\text{m}$$

● **Pérdida total en las tuberías (Δh).** Utilizaremos 2.6.

$$\Delta h_d = h_M + h_m$$

$$\Delta h_d = 1.024\text{m} + 0.282\text{m}$$

$$\Delta h_d = 1.306\text{m}$$

- **Altura dinámica total (ADT).** Utilizaremos 2.9.

$$ADT = H_s + H_d$$

Reemplazando en 2.4 y 2.5

$$ADT = h_d + \Delta h_d$$

$$ADT = 5.47m + 1.306m$$

$$ADT = 6.776m$$

- **Calculo del NPSH disponible ($NPSH_d$)**

Sabemos por definición lo siguiente y aplicando 4.11:

$$NPSH_d = P_{atm} - P_{vap} - H_s - \Delta h_s$$

Donde:

$NPSH_d$: Carga neta de succión positiva disponible (m)

P_{atm} : Presión Atmosférica (m)

P_{vap} : Presión de Vapor (m)

H_s : Altura estática de succión (m)

Δh_s : Carga de fricción en la succión (m)

<p>P_{atm} : (Ver Anexo tabla N°3)</p>
<p>P_{vap} : (Ver Anexo tabla N°4)</p>

Como el equipo de bombeo se encuentra sumergido la H_s y Δh_s son cero, por lo que la ecuación quedaría en:

$$NPSH_d = 5.7m - 0.125m - 0m - 0m$$

$$NPSH_d = 5.575m$$

- **Calculo de la Curva del sistema.**

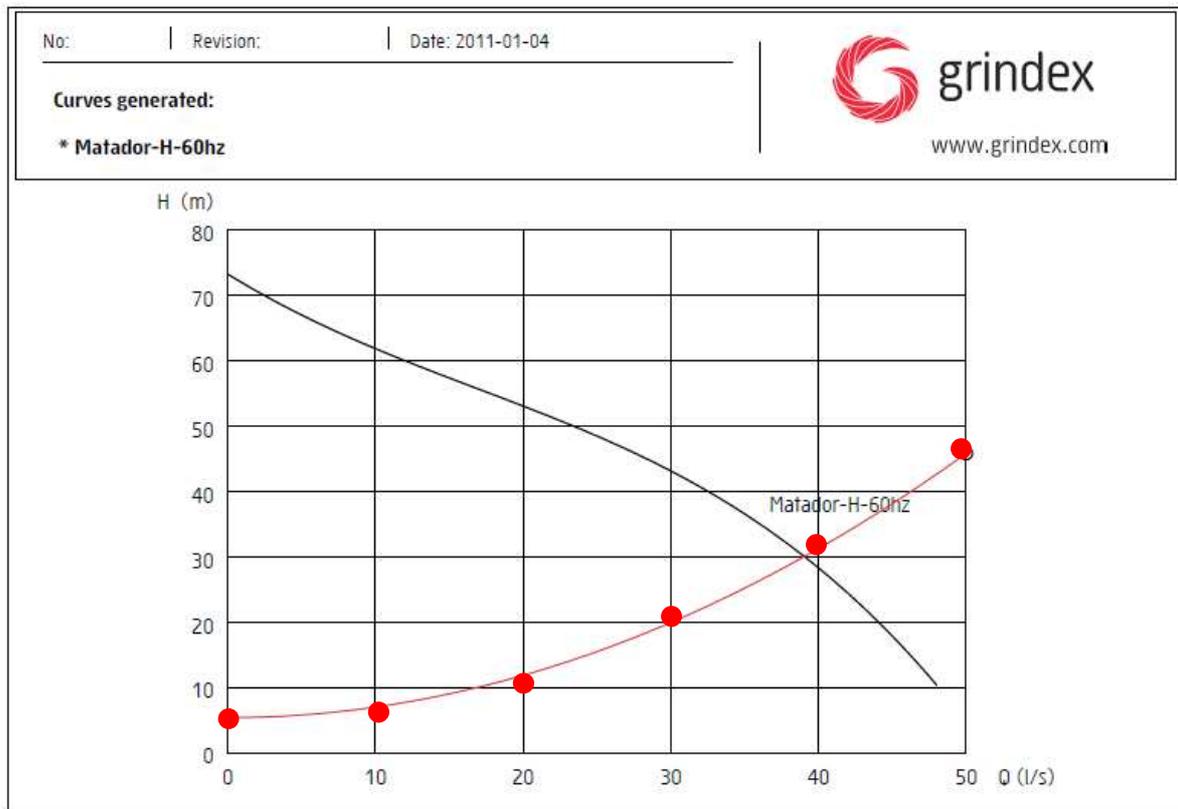
Realizando los cálculos con diferentes caudales y así poder obtener las respectivas ADT para cada caso obteniendo la (*Tabla 5.5*) y así trazar la curva del sistema.

Tabla 5.5

Ítem	Caudal l/s	ADT m	Velocidad del fluido m/s
01	0	5.47	0
02	10	6.77	1.57
03	20	11.91	3.14
04	30	19.83	4.72
05	40	30.88	6.29
06	50	45.87	7.86

La cual al interceptarse con la curva característica (*Figura 5.5*) de la electrobomba Grindex modelo Matador H según Item 01, se puede deducir lo siguiente:

Figura 5.5 Interseccion de la curva del sistema y curva caracteristica de la bomba



Curva del Sistema ———
Curva Caracteristica ———

En el punto de operación.

Caudal	: 39 l/s
ADT	: 30 m
Velocidad del fluido	: 6.28 m/s

- Teóricamente el equipo está realizando un bombeo menor al indicado (actualmente el equipo está realizando un caudal de 35 l/s el cual fue corroborado en los trabajos de campo en el cual se utilizo un caudalimetro)
- ✓ La velocidad del fluido dentro de la tubería es más elevado al recomendado 6.28m/s. (*Ver Anexo tabla N°9*)
- ✓ El sistema de bombeo no es eficiente.

- ✓ El diámetro de la tubería no es el más indicado para el bombeo del caudal indicado
- ✓ Es posible que el equipo baje su eficiencia por desgaste prematuro del equipo.
- ✓ El desgaste prematuro de las piezas de desgaste, puede atribuirse a un bombeo de sólidos mayor al recomendado.
- ✓ El bombeo de mayor porcentaje de sólidos recomendado, puede ocasionar que los sellos mecánicos fallen, produciendo contaminación a la cámara de aceite y posteriormente el ingreso de agua a la cámara del estator.
- **Características del equipo de actual de bombeo que se encuentra trabajando.**

Marca del equipo	: Grindex
Modelo	: Matador H
Potencia	: 32Hp (23.2Kw)
Peso	: 160Kg
Aislamiento del motor	: F
Rango de Ph	: 5 - 8
Sellos mecánicos	: Carburo de silicio
Impulsor	: Hierro fundido con aleación de cromo
Difusores	: Nitrilo
Tipo de arranque	: Arranque directo
Amperaje	: 39 A
Tensión	: 440 – 460 V

5.8 DETERMINACION DEL EQUIPO ADECUADO SEGUN LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN INDICADAS.

Utilizando la curva de sistema anterior esta se puede interceptar con la curva del equipo Flygt BS2640.180MT (*Figura 5.6*), el cual realizara la misma labor en 3 ½ horas, en vez de trabajar por un periodo de 2 horas que es lo que realiza el modelo Matador según *Item 01 de la Tabla N°7*,

La bomba Flygt BS2640.180MT estará realizando el bombeo de 26.1 l/s. @ 15.9m. Este equipo posee las siguientes características:

Marca del equipo	: Flygt
Modelo	: BS2640.180MT
Potencia	: 8.8Hp (6.6Kw)
Peso	: 51Kg
Aislamiento del motor	: H
Sellos mecánicos	: Carburo de Tungsteno
NPSH _r	: 4.6m
Rango de Ph	: 5 - 8
Impulsor	: Hierro fundido con aleación de cromo
Difusores	: Nitrilo
Tipo de arranque	: Arranque directo
Amperaje	: 11 A
Tensión	: 440 – 460 V

Según las características de este equipo se puede observar lo siguiente:

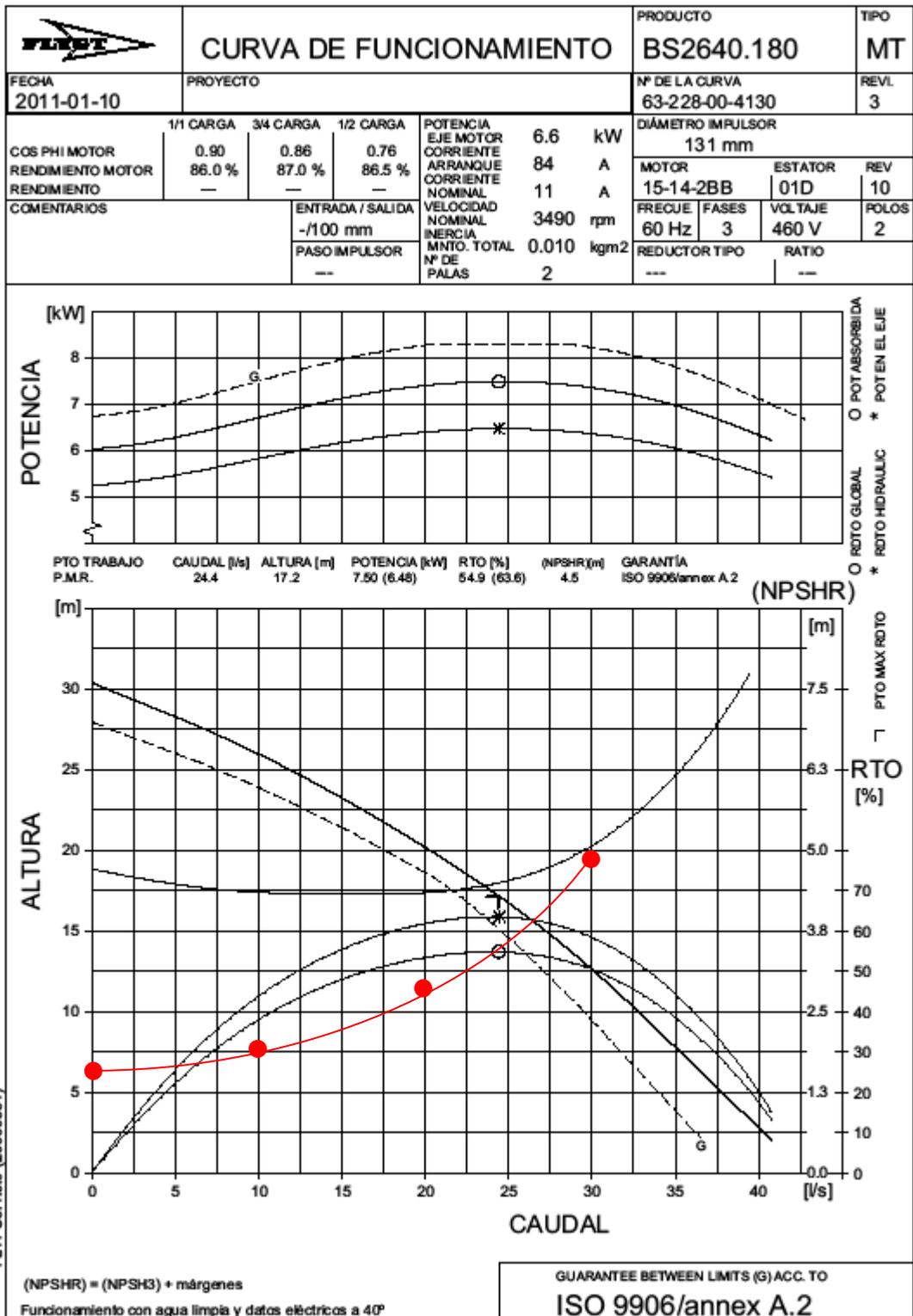
Menor potencia y peso lo cual nos indica que es un equipo consume menor energía y es mas maniobrable para su traslado, asimismo el aislamiento tipo H proporciona mayor cantidad de arranques por hora (aproximadamente 15), los sellos mecánicos al ser de tungsteno, soportan mayor los impactos que los de silicio, los cuales son muy frágiles.

Adicionalmente el equipo tendrá un tablero de arranque directo, acondicionado para trabajar a 4600msnm, en su interior este contara con un dispositivo electrónico FPC-100 y un sistema de nivel ENM-10 el cual hará que el equipo trabaje de forma automática sin la necesidad de personal técnico que opere en forma continua el equipo.

Este equipo puede trabajar parcialmente sumergido sin tener problemas con la cavitación, puesto que el $NPSH_d > NPSH_r$; $5.575\text{m} - 4.6\text{m} = 0.975\text{m}$, el $NPSH_d$ puede observarse en la curva característica de la bomba (*ver Figura. 5.6*)

- Según el Europump and Hydraulic Institute la región de operación recomendada de trabajo se encuentra aproximadamente 70 a 120% del punto de máxima eficiencia (*Ver PUMP LIFE CYCLE COSTS, by Hydraulic Institute and Europump Copyring 2001 Operating Region Pag. 29*). El equipo BS2640.180MT posee en su punto de máxima eficiencia un caudal de 24.4 l/s (*Ver Figura 5.6*) teniendo como rango recomendado de trabajo lo siguiente. (28.9 l/s – 16.87 l/s), por lo que el caudal al que estaría trabajando el equipo se encuentra dentro de este rango.

Fig. 5.6 Curva característica de la bomba Flygt BS2640.180MT



Curva del Sistema —

Curva Característica —

5.9 CALCULO DEL PUNTO DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO RESTANTES

Siguiendo el mismo criterio se analizaron los demás equipos de bombeo, los cuales poseen las condiciones de operación que se indican en las *Tablas 5.1, y 5.2* teniendo como resultados los indicados en las *Tablas 5.6, y 5.7*.

Tabla 5.6 (Zona Rampa Oeste)

Camara	Equipo	Version	Altura Estatica (m)	Long. De tuberia (m)	Diametro de tuberia in	Caudal indicado l/s	Peso Kg	Potencia HP
RO - 01	Matador H	HT	5.47	39.64	4	50	160	33
RO - 02	Matador H	HT	18.4	271	4	53	160	33
RO - 03	Maxi H	HT	32.1	500	4	60	280	58
RO - 04	Matador H	HT	18.8	53	4	12	160	33
RO - 05	Maxi H	HT	24.4	430	4	60	280	58
RO - 06	Matador H	HT	15	115	4	53	160	33
RO - 07	Matador H	HT	55	270	4	12	160	33
RO - 08	Matador H	HT	28.4	160	4	50	160	33
RO - 09	Matador H	HT	36.4	100	4	53	160	33

Caudal Real l/s
35
20.18
19
35
21.5
29
8.9
22
25
215.58

Velocidad m/s
6.3
3.2
3
6
3.4
4.6
1.4
3.5
4

Tabla 5.7 (Zona Rampa Este)

Camara	Equipo	Version	Altura Estatica (m)	Long. De tuberia (m)	Diametro de tuberia in	Caudal indicado l/s	Peso Kg	Potencia HP
RE - 01	Maxi H	H	47.7	580	6	45	280	58
RE - 02	Matador H	H	48.3	112	4	40	160	33
RE - 03	BS2250 HT	HT	48.3	112	6	60	540	85
	BS2400 MT	MT	48.3	112	6	60	985	140
RE - 04	Magnum H	H	48.3	112	6	60	540	85
	Magnum H	H	48.3	112	6	60	540	85
RE - 05	Maxi H	H	3.3	60	6	45	280	58
RE - 06	Maxi H	H	3.3	60	4	45	280	58
RE - 07	Maxi H	H	15.9	170	6	45	280	58
RE - 08	Maxi H	H	15.9	170	4	45	280	58

Caudal Real l/s
33.6
16
48
77
52
52
64
48.5
55.5
33.2
479.8

Velocidad m/s
2.5
2.5
3.6
5.7
4
4
4.8
7.6
4.1
5.2

Resumiendo:

Total de bombeo Actual en la Rampa Oeste	: 215.58 l/s
Total de bombeo Actual en la Rampa Este	: 479.80 l/s
Total de bombeo Actual	: 695.38 l/s

5.10 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS PROPUESTOS POR ITT WATER & WASTEWATER PERU S.A. SEGUN LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN INDICADAS.

Según las condiciones de operación indicadas para cada ítem en las zonas en análisis, se realizará el cálculo de la curva del sistema y se seleccionará el equipo de la marca Flygt que sea más eficiente, considerando mayor bombeo, menor consumo energético del equipo, menor peso, mayor maniobrabilidad; para lo cual se utilizara el software Flyps 3.1 de propiedad de la empresa ITT Water & Wastewater Peru S.A. para seleccionar los equipos siguientes.

Tomaremos como ejemplo el Item 01 de la Zona Rampa Oeste siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1. FLYPS 3.1 se ejecuta pulsando el icono creado durante la instalación.

NOTA: FLYPS 2.1 debe ejecutarse pulsando el icono

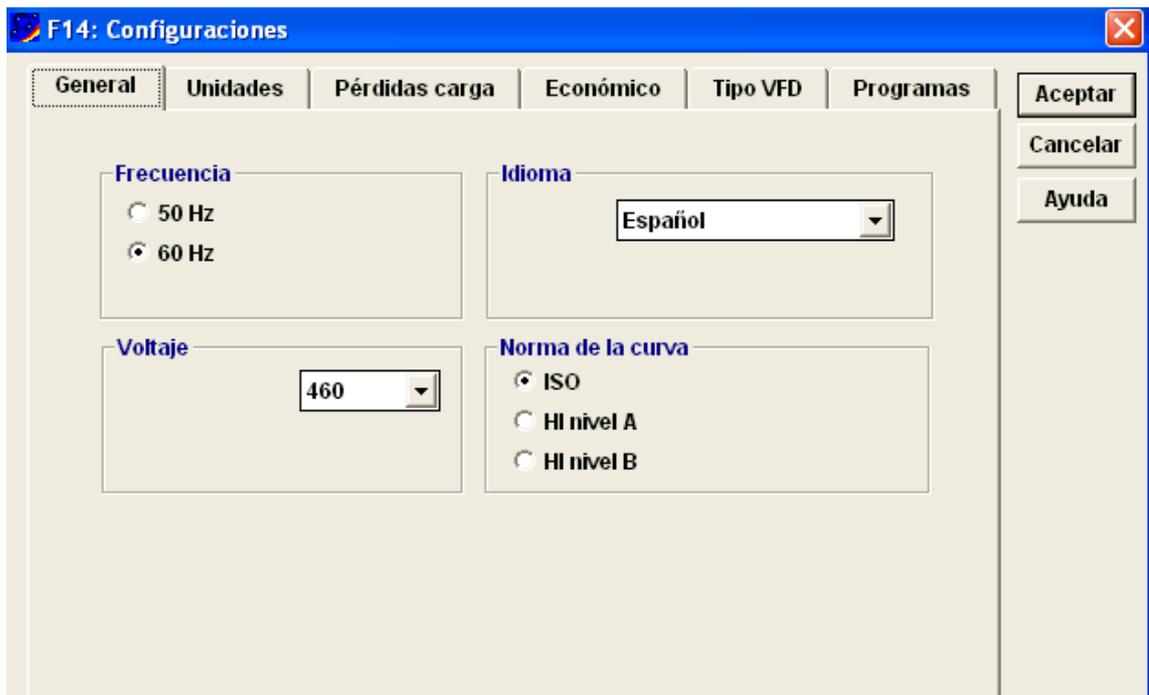


Paso 2. Luego se da un click en la pestaña de configuración (*Figura 5.7*), la cual nos permitirá realizar los cambios de idioma con unidades a usar, voltaje, frecuencia, etc. (*Figura 5.8*)

Figur 5.7 pestaña de configuración

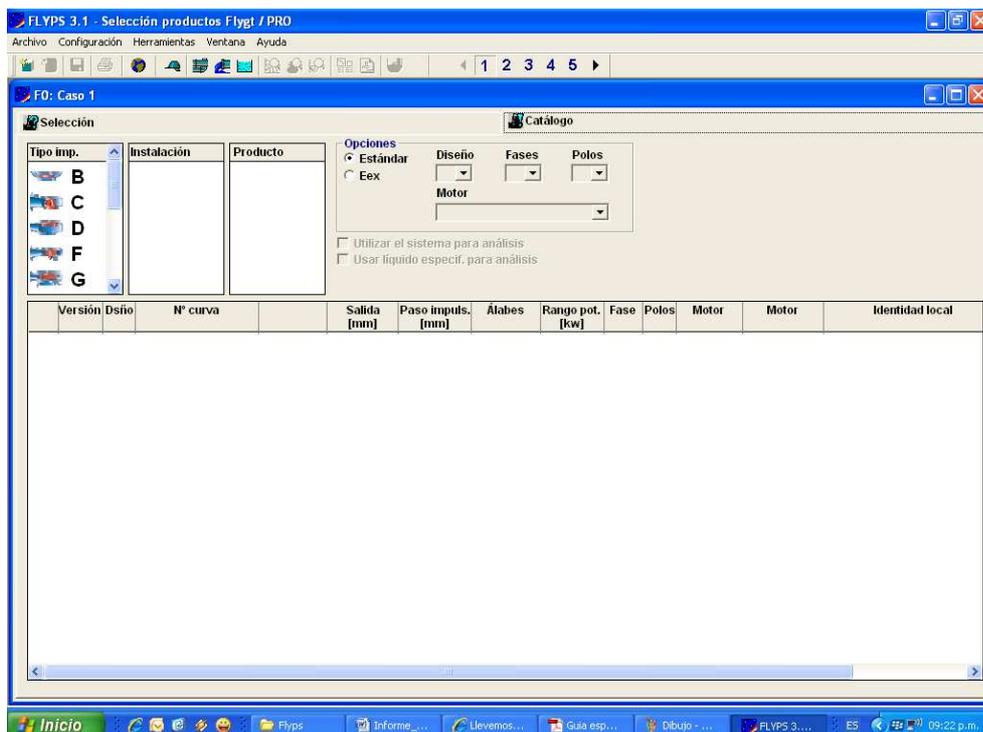


Figura 5.8



Paso 3. Se procede a dar un click en la pestaña de catalogo la cual nos muestra todos los tipos de bombeo distribuidos por el tipo de impulsor a usar. (*Figura 5.9*).

Figura 5.9



Paso 4. Se procede a dar un click al icono de sistemas de tuberías (*Figura 5.10*)



Figura 5.10

Al abrirse la ventana del sistema de tuberías esta es en la cual se colocan las condiciones de operación como, la altura estática, longitud de tubería, el material de la tubería HDPE (Polietileno) tipo de presión de la tubería (PN10), el diámetro de la tubería a usar 4” dimensión (110mm) y por último los accesorios los cuales para nuestro caso serian de 01 conexión de descarga y 01 Salida. (*Figura 5.11*). Luego presionar la Aceptar, para retornar a la ventana de catalogo.

Nota: No es necesario colocar el caudal puesto que el software hace una simulación con caudales y según el equipo a seleccionar este intercepta la curva del sistema con la curva característica de la bomba obteniendo el punto de trabajo

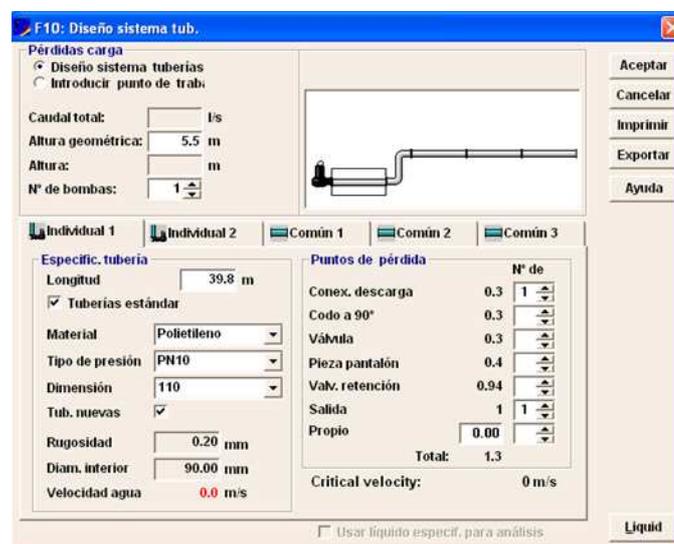
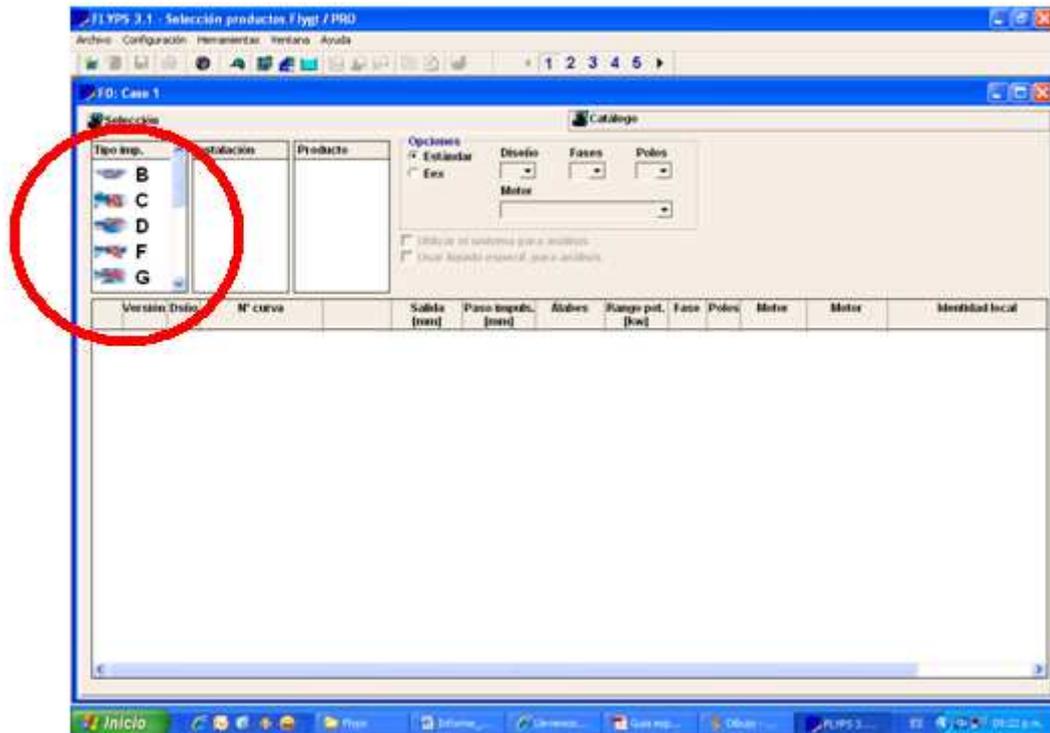


Figura 5.11

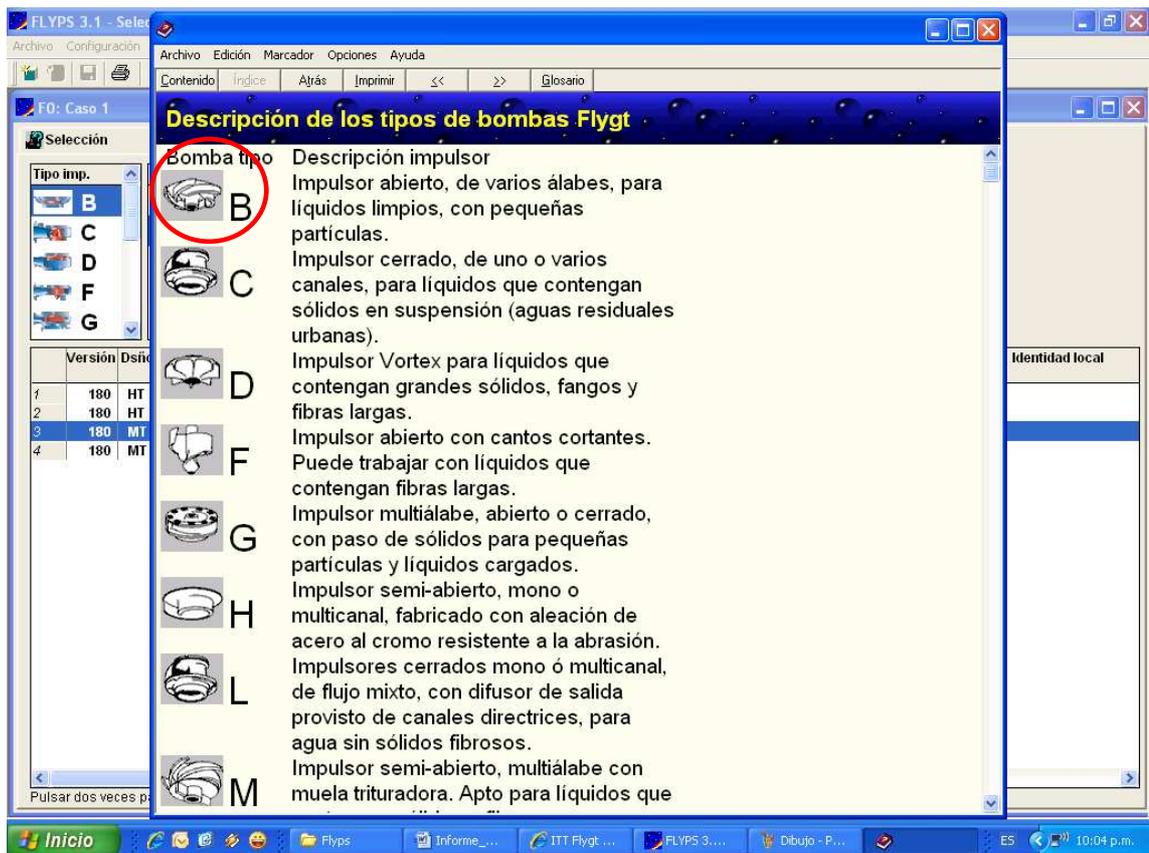
Paso 5. Nuevamente en la ventana de catalogo se selecciona el equipo a trabajar a estas condiciones para que este ultimo nos pueda indicar el caudal a suministrar. Para lo cual primero debemos seleccionar el tipo de impulsor (*Figura 5.12*)

Figura 5.12



Para saber el tipo de impulsor a seleccionar se debe dar un click derecho en la zona de los tipos de impulsores, lo cual abrirá una ventana en la cual se describen los tipos de impulsores posibles, para nuestro caso escogemos el tipo B el cual es un *Impulsor abierto, de varios álabes, para líquidos limpios, con pequeñas partículas.* (Ver *Figura 5.13*)

Figura 5.13



Al seleccionar el tipo de impulsor B, aparece en los tipos de instalación las letras P y S respectivamente, del mismo modo damos un click derecho en esa zona para saber el detalle de las instalaciones disponibles y nos percatamos que este tipo de bomba solo posee dos tipos de instalación por la que seleccionamos *Aquella para instalaciones transportable, con salida para manguera y colador.* (Ver Figura 5.14).

Finalmente se selecciona con el equipo se realizara la simulación, el cual indicara cual será el caudal a ser proporcionado por el equipo.

Para nuestro caso escogeremos el equipo Flygt modelo BS2640.180MT Curva 63-228-00-4130 de 6.6Kw (Ver Figura 5.15)

Figura 5.14

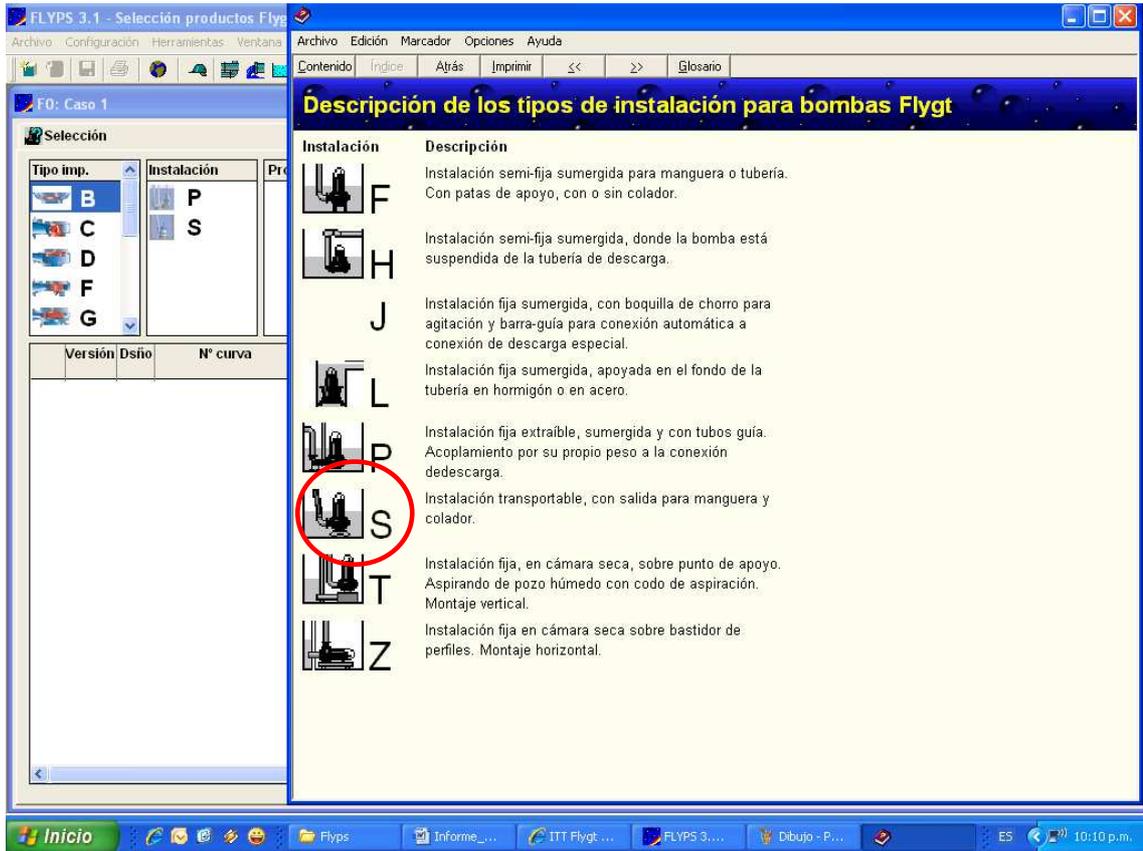
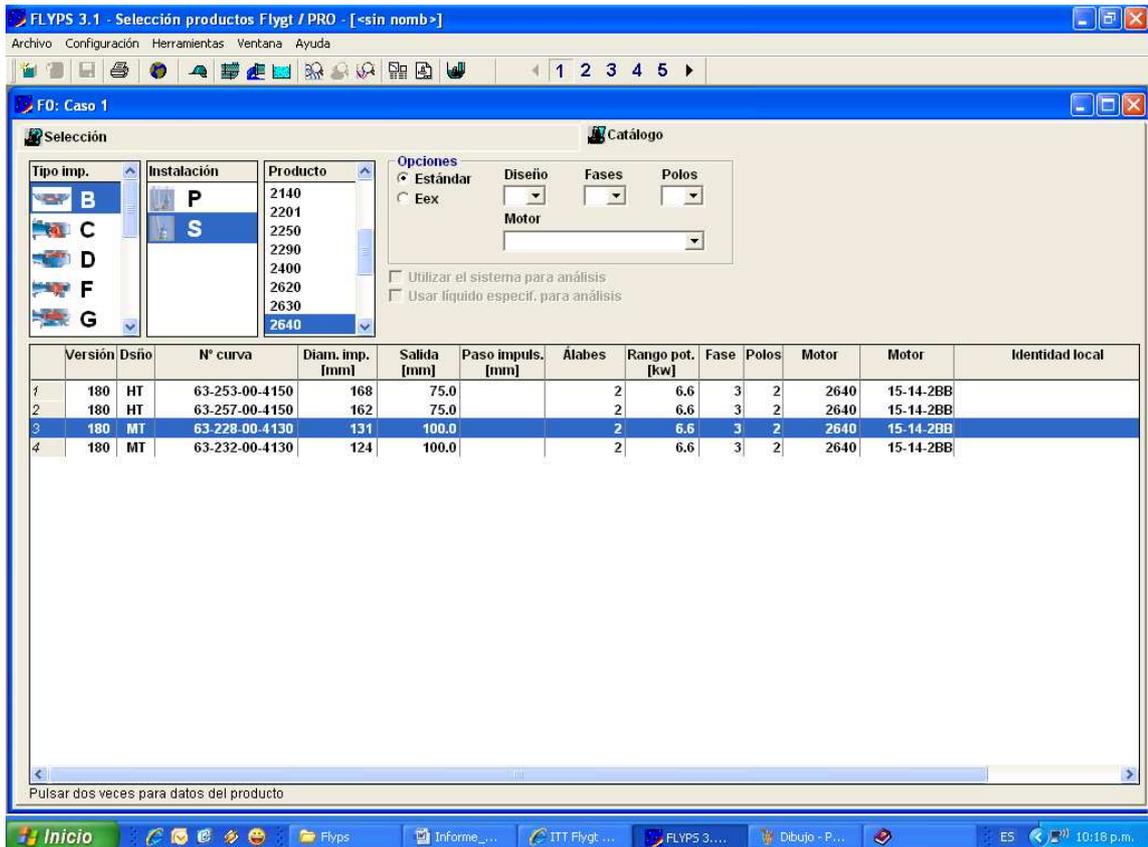


Figura 5.15



Paso 6. Teniendo seleccionado el equipo damos click en el icono trabajo (*Figura 5.16*).

Figura 5.16



Automáticamente se abre la ventana del punto de trabajo, donde hay 2 pestaña una de ellas una que contiene la curva de funcionamiento y la otra condiciones de trabajo, damos click a la segunda, puesto que ella nos dará el caudal según las condiciones de operación anteriormente puestas. (*Figura 5.17*).

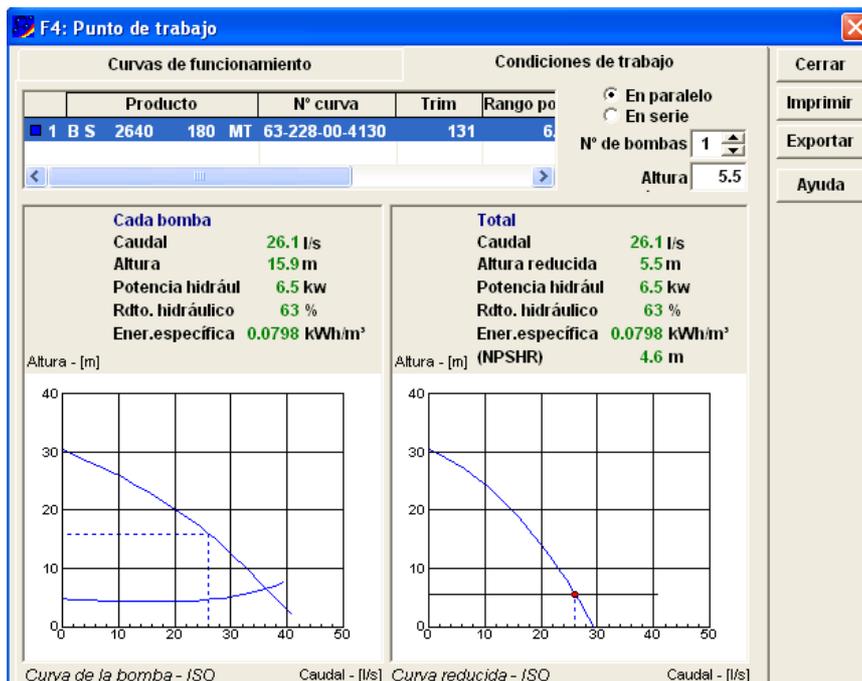
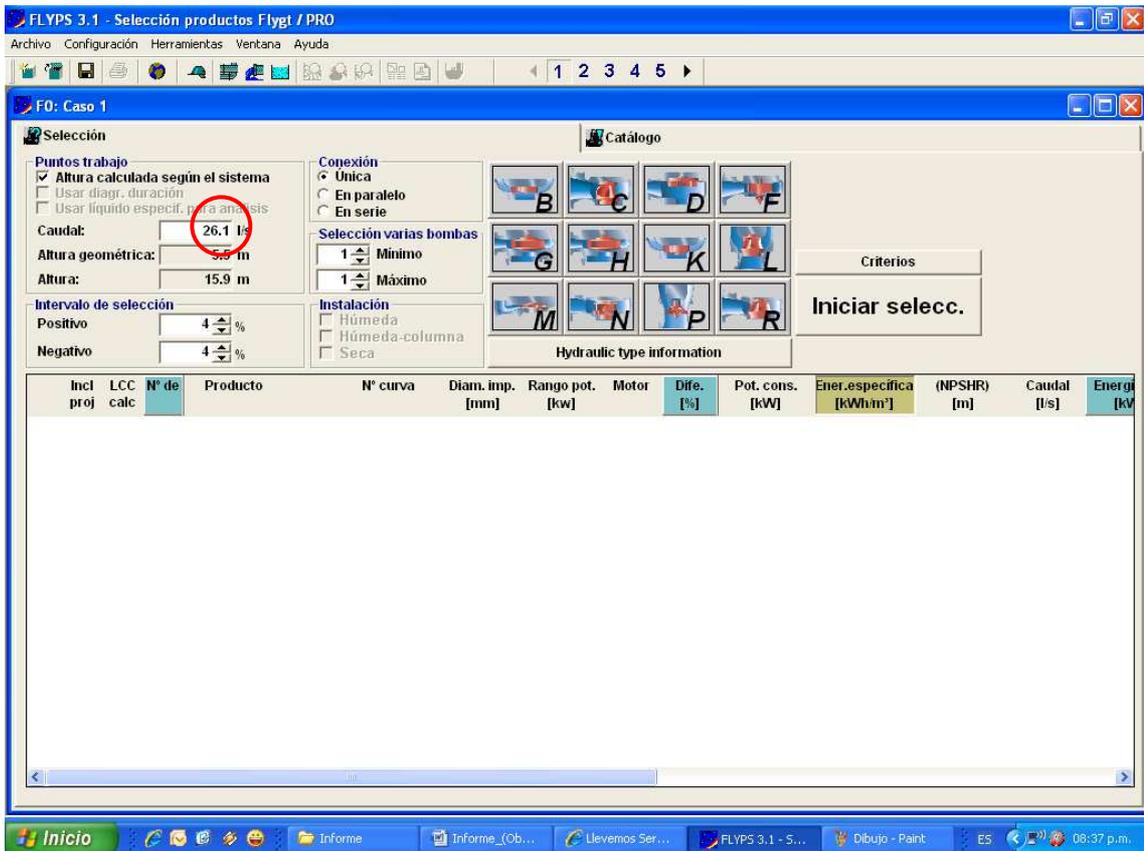


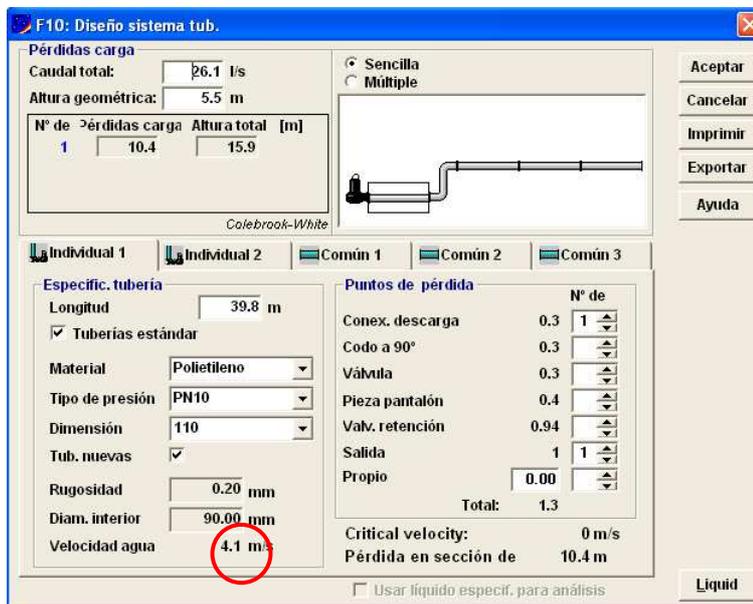
Figura 5.17

Aquí podemos apreciar que el caudal a bombear este equipo seria de 26.1 l/s con una altura dinámica de 15.9m, para corroborar este dato nosotros damos click en cerrar y damos click en la pestaña selección y colocamos el caudal indicado. (*Figura 5.18*).

Figura 5.18



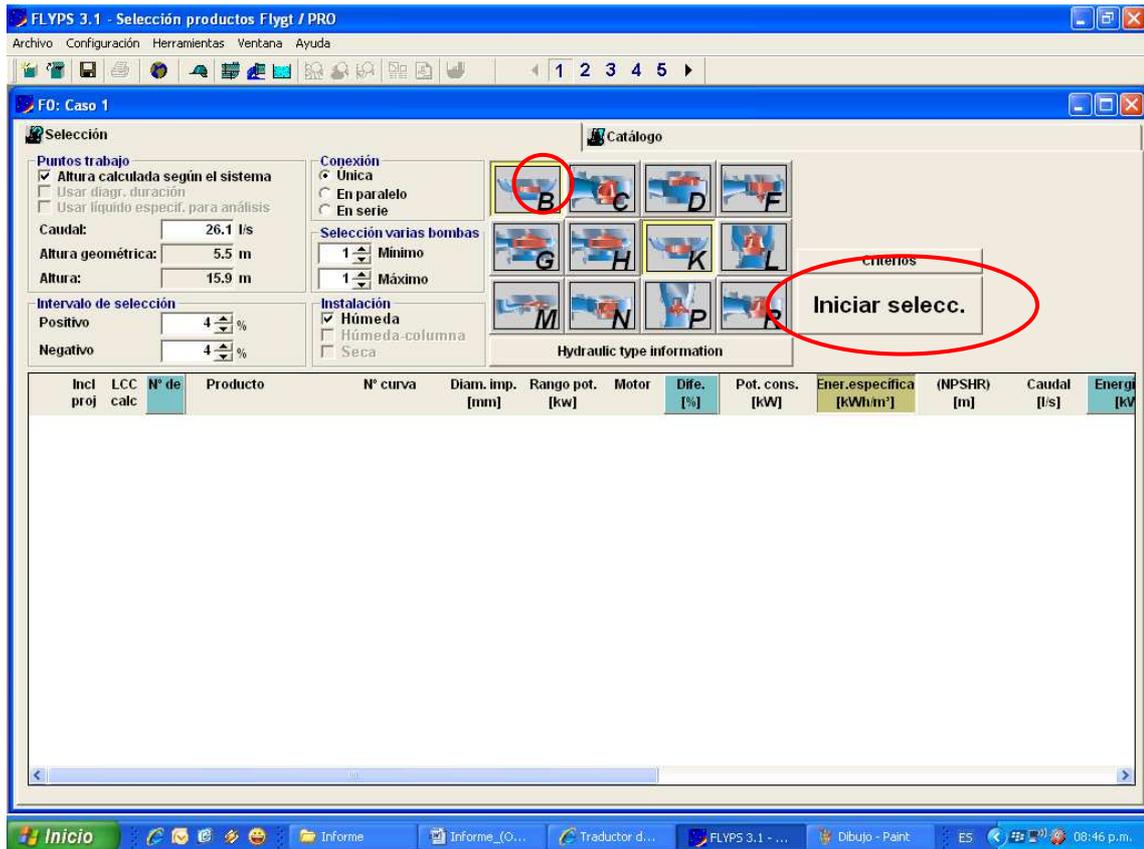
Paso 7. Nuevamente damos click en el icono sistemas de tuberías y podemos ver la cantidad de pérdidas en la tubería como la velocidad del agua referente a al caudal indicado (*Figura 5.19*)



(Figura 5.19)

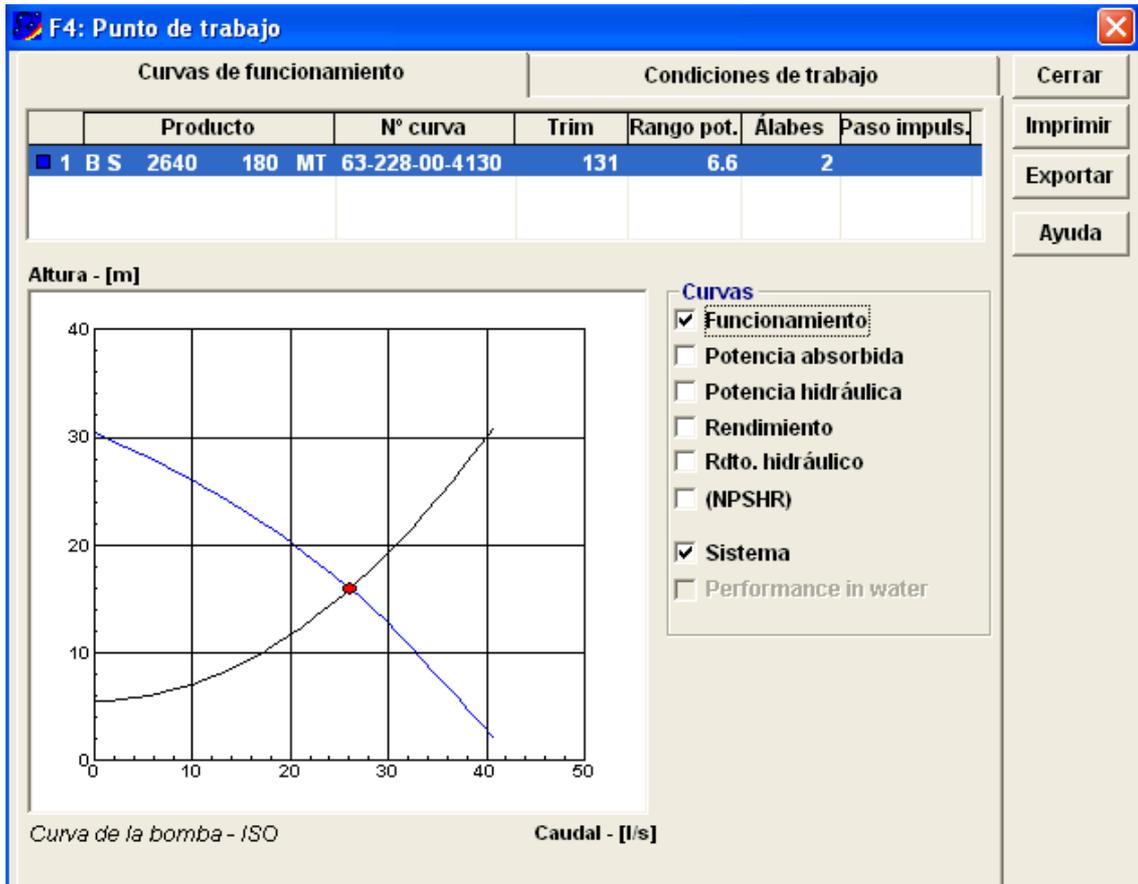
Paso 8. Finalmente damos clic al icono aceptar también seleccionamos el tipo de impulsor que en nuestro caso es B y por defecto también se selecciona el impulsor K. y damos un click en iniciar selecc. (*Figura 5.20*)

Figura 5.20



El programa da como resultado el equipo anteriormente visto el cual es BS2640.180MT, lo seleccionamos y vamos al icono trabajo, el cual en la primera pestaña nos da la curva del sistema (*Figura 5.21*), la cual se intercepta con el equipo seleccionado, si se desea mayor información se da click a la pestaña condiciones de trabajo, en la cual veremos el NPSHr del equipo, potencia, rendimiento hidráulico, entre otros.

Figura 5.21



Utilizando para todos los equipos restantes el mismo procedimiento podemos así seleccionar los equipos más óptimos, variando en algunos casos los diámetros de tubería dependiendo de la demanda, los cuales podemos ver en las *(Tablas 5.8 y 5.9)* y ver sus características en el capítulo 6 denominado **“Descripción de los equipos”**

Tabla 5.8

• **Aplicación 01 Zona Rampa Oeste.**

Camara	Marca de bomba	Modelo de bomba	Potencia HP	Altura Estatica (m)	Long. De tubería (m)	Diametro de tubería in	Caudal indicado l/s	Horas de trabajo por día	
RO - 01	Flygt	BS2640.180MT	8.8	5.47	39.64	4"	26.1	2.68	
RO - 02	Flygt	BS2670.180HT	28	18.4	271	4"	19.2	18.92	
RO - 03	Flygt	BS2201.011HT	58	32.1	500	6"	39.9	8.57	
RO - 04	Flygt	BS2670.180MT	28	18.8	53	6"	47.8	5.86	
RO - 05	Flygt	BS2670.180HT	28	24.4	430	6"	29.4	13.16	
RO - 06	Flygt	BS2670.180MT	28	15	115	6"	44.54	11.72	
RO - 07	Flygt	BS2140.010HT	18	55	270	4"	10.5	15.26	
RO - 08	Flygt	BS2670.180HT	28	28.4	160	4"	21	18.86	
RO - 09	Flygt	BS2670.180HT	28	36.4	100	4"	22	15.91	
			252.8				260.44		

Tabla 5.9

• **Aplicación 02 Zona Rampa Este.**

Camara	Marca de bomba	Modelo de bomba	Potencia HP	Altura Estatica (m)	Long. De tubería (m)	Diametro de tubería in	Caudal indicado l/s	Horas de trabajo por día	
RE - 01	Flygt	BS2201.011HT	58	47.7	580	6	33.6	18	
RE - 02	Flygt	BS2201.011HT	58	48.3	112	4	30.3	9.5	
RE - 03	Flygt	BS2400.402MT	140	48.3	112	8	103	19.42	
RE - 04	Flygt	BS2400.402MT	140	48.3	112	8	103	16.16	
RE - 05	Flygt	BS2670.180MT	28	3.3	60	6	67	17.19	
RE - 06	Flygt	BS2670.180MT	28	3.3	60	6	67	13.03	
RE - 07	Flygt	BS2201.011HT	28	15.9	170	6	55.5	14	
RE - 08	Flygt	BS2670.180MT	28	15.9	170	6	39.8	11.68	
			508				499.2		

Resumiendo:

Total de bombeo en la Rampa Oeste	: 260.44 l/s
Total de bombeo en la Rampa Este	: 499.20 l/s
Total de bombeo	: 759.64 l/s

Total de Potencia en la Rampa Oeste	: 252.8 Hp
Total de Potencia en la Rampa Este	: 508 Hp
Total de Potencia	: 760.8 Hp

5.11 DESARROLLO DEL PROYECTO.

El procedimiento para la habilitación del suministro de equipos de bombeo en mina establece una serie de requisitos, recomendaciones, alcances y normas ambientales según el D.S. N° 020-2008-MEM. Los cuales se deben tener en cuenta estrictamente para la ejecución de un proyecto de estas características.

La ejecución de todo este proyecto estaría a cargo de un Ingeniero residente y personal técnico calificado y certificado, los cuales se encargaran de la supervisión en la instalación, monitoreo y mantenimiento que no necesiten de trabajos especializados in situ de los equipos como lo son el rebobinado, metalizado y balanceo dinámico.

5.12 INSTALACION DE LOS EQUIPOS DE BOMBEO.

La instalación de los equipos de bombeo estará en manos de la unidad minera polimetálica bajo la supervisión del personal de ITT de acuerdo a un cronograma realizado para estas labores. Todos los equipos de ITT deben realizar su instalación, operación y su mantenimiento de acuerdo con las prescripciones de las normas nacionales o internacionales (CEI/EN 60079- 14).

Los manuales para su instalación y mantenimiento de cada equipo se encontraran en los *Anexos 1, 2, 3, 4* de este informe. En la (*Figura 5.22*) se aprecia la instalación de equipos de bombeo en las cámara de la zona este



Figura 5.22

CAPITULO 6

DESCRIPCION DE LOS EQUIPOS

6.1 DESCRIPCION DE EQUIPOS PARA OPTIMIZAR EL SISTEMA DE DRENAJE EN LA PROFUNDIZACION DE UNA RAMPA.

Para poder realizar el drenaje en una profundización de una rampa se deben contar con ciertas condiciones de operación, instalaciones y equipos que permitan la evacuación del fluido hacia las cámaras de bombeo y estas hacia el exterior.

A continuación se hará una breve descripción de cada uno de los principales componentes que conforman parte del sistema de drenaje interior mina.

6.2 BOMBAS SUMERGIBLES.

Una bomba sumergible es un equipo compacto que tiene un motor acoplado a la bomba, el conjunto se sumerge en el líquido a bombear.

La ventaja de este tipo de bomba es que puede proporcionar una fuerza de elevación significativa pues no depende de la presión de aire externa para hacer ascender el líquido.

Para las bombas sumergibles se encuentran muchas utilidades: las bombas de etapa simple se utilizan para el drenaje, también son

empleadas en obras de construcción para extraer el agua subterránea y de lluvia que impide la marcha de las obras y obstaculiza que las máquinas y el personal puedan trabajar racionalmente. Lo mismo se aplica a las minas o todo otro tipo de trabajo donde el achique es un problema prioritario.

Por su diseño las bombas de drenaje, son transportables y no requieren instalación de alguna estructura compleja.

Las características de estos equipos son las siguientes:

- ✓ Los equipos son contruidos en fundición de aluminio, lo cual los convierte en equipos livianos y de fácil transporte, asimismo poseen dimensiones más pequeñas que el estándar, pudiendo realizar su trabajo en lugares con acceso limitado.
- ✓ Motores de altas prestación con aislamiento clase H (180°C), el cual permiten que el motor pueda realizar hasta 15 arranques por hora, incluyendo arranques en seco.
- ✓ El estator tiene incorporado 3 termo contactos conectados en serie los cuales abren el sistema cuando la temperatura del motor llega a los (110°C), protegiéndolos de un sobrecalentamiento
- ✓ Protección de juntas Spin-Out, las cuales protegen al sello mecánico expulsando las partículas abrasivas de su alojamiento, prolongando la vida de las partes rotativas del sello mecánico.
- ✓ Doble juntas mecánicas de carburo de tungsteno (wccr/wccr) para evitar la abrasión y corrosión
- ✓ La refrigeración del equipo es por medio del liquido que se está bombeando, lo cual permite que la bomba trabaje continuamente con la potencia nominal independientemente si el motor se encuentra encima o por debajo del nivel del agua.

El líquido bombeado es circulado desde el alojamiento del impulsor hacia arriba entre la camisa de refrigeración y el alojamiento del estator evacuando el calor generado por el motor.

- ✓ El aire entre la envoltura externa y el alojamiento del estator se evacua a través de una válvula situada en la parte superior de la bomba
- ✓ Cable sumergible flexible el cual cuenta con 3 líneas de fuerza, 1 línea a tierra y 2 líneas de control
- ✓ El alojamiento de la cámara de conexiones se encuentra completamente aislado con respecto al líquido exterior y con respecto al motor.
- ✓ Las piezas sometidas a desgaste de la bomba pueden reemplazarse fácilmente y están revestidas de poliuretano prolongando su vida de servicio, los cuales por un ajuste simple, puede mantenerse la capacidad de la bomba, incluso en caso de desgaste acentuado
- ✓ La cámara de aceite este lubrica y enfría las juntas mecánicas, además constituye un elemento intermedio entre el líquido bombeado y el motor.
- ✓ El volumen de aire incorporado reduce el incremento de presión en la cámara de aceite
- ✓ El impulsor es del tipo semi-abierto fabricado de aleación de hierro fundido con alto contenido de cromo; este impulso al ser semi abierto permite el ingreso de partículas abrasivas hasta del tamaño de las cavidades de su colador.

Figura 6.1 Bomba Flygt BS2640.180HT, 6.6Kw

Figura 6.2 Bomba Flygt BS2670.180HT 20Kw

Figura 6.3 Bomba Flygt BS2201.011HT, 43Kw

Figura 6.4 Bomba Flygt BS2400.402HT, 104Kw



Figura 6.1

Figura 6.2

Figura 6.3

Figura 6.4

**Fuente de las fotos ITT Water & Wastewater Peru S.A.*

CARACTERISTICAS DE LAS BOMBAS SUMERGIBLES FLYGT

Modelo	BS2640.180MT	BS2670.180HT/MT	BS2201.011HT	BS2400.402MT
Potencia HP/Kw	8.85 / 6.6	28 / 20	58 / 43	140 / 104
Arranque	Directo	Directo	Estrella - Triangulo	Estrella - Triangulo
Dimensiones mm	759 x 286	955 x 480	1050 x 430	1245 x 680
Peso Kg/Lb	51 / 112	140 / 310	240 / 530	905 / 1995
Descarga	4"	4" / 6"	4"	6"
Aislamiento del motor	Clase H	Clase H	Clase H	Clase H
Max Caudal lps	40.1	47.9 / 92.9	65	145
Max ADT m	30.4	71.1 / 41.5	100.3	104.5
Ph	5 - 8	5 - 8	5 - 8	5 - 10
Piezas de desgaste	Hierro fundido con aleacion de cromo	Hierro fundido con aleacion de cromo	Poliuretano	Poliuretano
Sellos mecánicos	Wwcr/wwcr	Wwcr/wwcr	Wwcr/wwcr	Wwcr/wwcr
Carcasa exterior	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable	Aleación de aluminio	Hierro Fundido
Eje	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable
Colador	Acero Inoxidable	Acero Inoxidable	Aleacion de aluminio	Acero Galvanizado
Impulsor	Hierro fundido con aleación de cromo	Hierro fundido con aleación de cromo	Hierro fundido con aleación de cromo	Hierro fundido con aleación de cromo
Max sumerg. m	20	20	20	20
Max temp. °C	40	40	40	40
Max % solidos x peso	10	10	10	10
Cable sumergible	4G2.5+2x1.5mm ² (1)	4G16+2x1.5mm ² (1)	4G16+2x1.5mm ² (1) 4G16 mm ² (1)	4G25+2x1.5mm ² (1) 4G25 (1)

Fuente: ITT Water & Wastewater Peru S.A.

6.3 CABLES SUMERGIBLES.

Los cables aplicados para el uso de los equipos sumergibles de bombeo (*Ver Figura.6.5*) que sirven para el drenaje deben cumplir con ciertas aplicaciones:

- ✓ Ser herméticos (poseer un bajo coeficiente de absorción de agua, lo que significa que cuando están sumergidos conservan sus propiedades mecánicas y eléctricas durante un largo período de tiempo)
- ✓ Tener flexibilidad (no ser rígidos, lo cual ayuda a una instalación más rápida y apropiada)
- ✓ Deben poseer también excelentes propiedades de aislamiento
- ✓ Finalmente deben poseer resistente a la abrasión y desgarró con una carga de rotura elevada

Los cables sumergibles para estas aplicaciones serán del tipo SubCab®, un cable para servicio pesado desarrollado por ITT Water & Wastewater el cual posee excelentes propiedades de flexibilidad, resistencia, bajo coeficiente de absorción de agua, una resistencia mayor a la abrasión y desgarró con una carga de rotura más elevada que otros cables estándar, también poseen la característica de trabajar en ambientes con variación de acides, pueden soportar temperaturas de líquidos de hasta 70°C y profundidades de 50 metros.

Características de los Cables sumergibles SUBCAB®

SUBCAB®	4G2.5+2x1.5mm ² (1)	4G16+2x1.5mm ² (1) 4G16 mm ² (1)	4G25+2x1.5mm ² (1) 4G25 (1)
Diam exterior mm	17,0-18,0	26,0-28,0	32,5-34,5
Capacidad de Intensidad Nominal Amp	32	100	127

Fuente: ITT Water & Wastewater Peru S.A.

Datos de construcción:

- ✓ Cumple con IEC 245, CSA.22.2 N° 49 y UL 62, es resistente al aceite según IEC811-1-1 y antideflagrante de acuerdo con IEC 322-1
- ✓ Cubierta exterior: Goma de polietileno clorada negra.
- ✓ Aislamiento del conductor goma de etilenopropileno (EPR)
- ✓ Tensión nominal: 450/750 voltios
- ✓ Temperatura máxima del conductor 90 °C

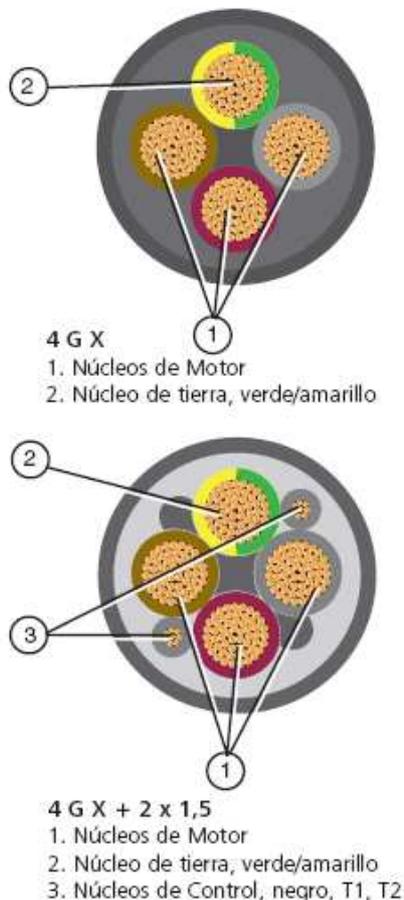


Figura 6.5

Fuente: ITT Water & Wastewater Peru S.A.

6.4 TUBERIAS DE POLIETILENO HDPE.

Las tuberías para el bombeo de agua de drenaje en profundización son de polietileno de alta densidad HDPE, un polímero que cumple con la función de permitir el transporte en forma eficiente y segura del agua del drenaje en interior mina.

Esta tubería absorbe vibración o movimientos del terreno, además, cuenta con flexibilidad para los trabajos de drenaje y presenta elevada resistencia a la presión y al impacto, lo que también le permite adaptarse a topografías difíciles durante la instalación.

En general, se usan en el mercado minero peruano tuberías de HDPE de 2” hasta 10” PN10 que cumplen las características técnicas de la Norma NPT-ISO 4427. (*Ver Tabla 6.1*)

Tabla 6.1

DIAMETRO EXTERIOR	Tuberías con esfuerzo de diseño de 53 bar (914Psi) (PE 80)	
	(PN10) SDR 11.0 bar (159.54Psi)	
(mm)	Espesor (mm)	Diam. Interior aprox (mm)
63	5.8	51.4
75	6.8	61.4
90	8.2	73.6
110	10	90.0
125	11.4	102.2
140	12.7	114.6
160	14.6	130.8
180	16.4	147.2
200	18.2	163.6
225	20.8	183.4
250	22.7	204.6

Fuente: AMANCO PERU

6.5 CAMARAS DE BOMBEO.

Una cámara de bombeo es un sistema por el cual se busca bombear el agua del interior de la mina producto de la profundización a través de tuberías para luego evacuarlo hacia superficie.

Una cámara de bombeo puede ser diseñada dependiendo el flujo de agua que se entregue en ella, referente a la profundizaciones en mina se crean cámaras de bombeo con capacidades a partir de los 120m³

6.6 COPLES DE INSTALACION.

Los Coples (*Ver Figura 6.6*) en un sistema de tuberías para el drenaje interior mina cuentan con hileras de dientes de sujeción integrales a cada lado de la carcasa, los cuales “muerden” el tubo de HDPE alrededor de toda la circunferencia y ancho de la carcasa, garantizando hermeticidad y flexibilidad para la instalación.



Figura 6.6

6.7 SISTEMAS DE CONTROL DE NIVEL (ENM-10)

Son dispositivos los cuales realizan el control de arranque, parada y señales de alarmas en cámaras o pozos de bombeo.

El sistema de control de nivel (*Ver Figura 6.7*), Es un interruptor mecánico protegido por una envoltura de plástico, que cuelga libremente a la altura deseada suspendido con su propio cable.

Cuando el nivel del líquido llega al regulador, éste bascula y el interruptor mecánico cierra o abre el circuito, pone en marcha o detiene una bomba, o activa un dispositivo de alarma.



Como ventajas adicionales el sistema de control no sufre desgaste ni precisa mantenimiento, asimismo las impurezas y depósitos no se adhieren al exterior liso.

Figura 6.7
ENM-10

Este regulador, según las condiciones de trabajo en que se encuentre expuesto, posee unos 13m de cable, pudiendo soportar temperaturas de hasta 60°C (140°F).

6.8 TABLEROS DE ARRANQUE

Los tableros (*Ver Figura 6.8*) son del tipo adosado en plancha de Fe. Laf, acceso frontal, con grado de protección IP54, de color RAL32, Conexionado con cable tipo TW, Terminales de compresión, borneras plásticas, rótulos de identificación y pernería tropicalizada, en dos cuerpos los cuales estarán equipados con los siguientes equipos:



Figura 6.8
Tableros de arranques

Características de los Tablero de Arranque

Modelo	BS2640.180HT	BS2670.180HT	BS2201.011HT	BS2400.402HT
Potencia HP/Kw	6.6 / 8.85	28 / 20	58 / 43	140 /104
Arranque	Directo	Directo	Estrella - Triangulo	Estrella – Triangulo
Dimensiones mm	400 x 300 x200	500 x 400 x 200	800 x 600 x 200	1000 x 600 x 300
Interrupor termomagnetico	3x25A Regulable	3x50A Regulable	3x100-125A Regulable	3x160-400A Regulable
Contactores	25A (1)	40A (1)	50A (2) - 32 (1)	150A (2) – 95 (1)
Selector M-O-A	Si	Si	Si	Si
Rele termicos	12-18A	30 – 40A	37 – 50A	80 – 140 ^a

Fuente: ITT Water & Wastewater Peru S.A.

6.9 DISPOSITIVOS ELECTRONICOS DE PROTECCION FPC-100

El controlador FPC100 (*Ver Figura 6.9*) es un dispositivo de control de bombas diseñado para controlar y supervisar bombas sumergibles. Hace funcionar la bomba automáticamente sin necesidad de utilizar sensores de nivel.

En el instante que la bomba comienza a bombear aire en lugar de líquido, se interrumpe el ciclo de la bomba. Calcula entonces el «tiempo de parada» necesario y vuelve a arrancar la bomba automáticamente en

el momento adecuado. Por lo tanto, el desgaste de la bomba y el consumo de energía se reducen considerablemente.

Las Funciones principales de este equipo son las siguientes:

- Temperatura de los devanados del estator
- Secuencia de fases
- Asimetría de la tensión de las fases
- Corriente procedente del transformador
- Intensidad
- Comprobación de existencia de Sobretensión y subtensión en el arranque



Figura 6.9
Controlador FPC-100

6.10 MEDIDOR DE CAUDAL

El Fuji X Portaflow (*Ver Figura 6.10*) es un medidor de flujo ultrasónico que utiliza el principio de diferencia de tiempo de tránsito para la medición de las tasas de flujo a través de tuberías desde el exterior. incorpora lo último en procesamiento de señales digitales y electrónicas.

Este tipo de medidor de caudal es compacto, portátil y ligero, se utiliza en las labores de campo, para realizar la supervisión y monitoreo de los sistemas en tiempo real, además puede ser configurado con una amplia variedad de sensores de diámetros pequeños para grandes diámetros, como en un amplio rango de temperaturas



Figura 6.10
Medidor de Caudal

6.11 PINZA AMPERIMETRICA.

La pinza amperimétrica (*Ver Figura 6.11*) es un instrumento de medición muy útil que permite la medición de intensidades en conductores activos sin la necesidad de interrumpir el circuito.

Cuando se realizan mediciones de intensidad con un multímetro convencional, necesitamos cortar el cable y conectar el instrumento al circuito que estamos midiendo tal como se muestra. Sin embargo utilizando las pinzas amperimétricas, podemos medir la intensidad simplemente amordazando el conductor como se muestra a continuación.

Una de las ventajas de este método es que podemos medir grandes intensidades sin la necesidad de desconectar el circuito que estamos midiendo.



Figura 6.11
Pinza Amperimetrica

6.12 MEDIDOR DE AISLAMIENTO (Megohmetro)

Se usa principalmente en pruebas de resistencia de aislamiento en cables de potencia, transformadores, motores eléctricos y otros equipos relacionados con la energía eléctrica.

6.13 SISTEMA DE CONTROL DE EQUIPOS DE BOMBEO (PIM)

Es un dispositivo muy parecido a una memoria Flash USB, El memory Pump (*Ver Figura 6.12*) toma una señal de corriente eléctrica de alimentación a la bomba y registra el tiempo de servicio, numero de arranques, corriente y temperatura de la caja de conexiones. También almacena información de trazabilidad, como datos de placa, información del cliente, tipo de aplicación e historial de servicio.



Figura 6.12
PIM

Es completamente hermética y no requiere conexión de alimentación.

La información recabada es analizada por medio de un software.

6.14 SOFTWARE FLYPS 3.1

Este software (*Ver Figura 6.13*) fue especialmente desarrollado por el departamento de ingeniería de Flygt, para dar respuestas inmediatas a las permanentes necesidades de los ingenieros y diseñadores de proyectos de bombeo.

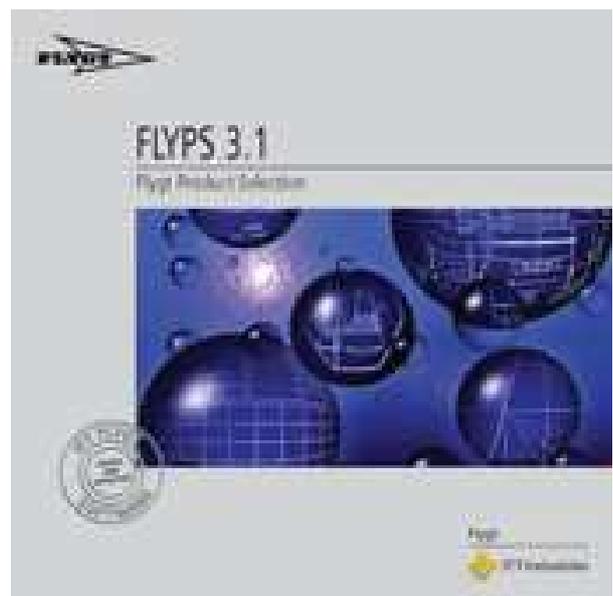


Figura 6.13
Flyps 3.1

Con esta herramienta es posible realizar fácilmente:

- Cálculos de pérdidas de carga en sistemas de bombeo
- Cálculos de las dimensiones necesarias para la estación de bombeo
- Selección de modelo de bomba eficiente para cada requerimiento.

CAPITULO 7

EVALUACION ECONOMICA

7.1 EVALUACION ECONOMICA

Se sabe que para reparar o reemplazar cualquier tipo de equipo lo ofrecido debe presentar distintos beneficios y características, entre ellos un considerable beneficio económico.

Para conocer estos beneficios, es primero conocer la estructura de tarifas, categorías y consideraciones que se han establecido para fijar el costo de la energía eléctrica procedente para nuestro caso Electro centro, como costos operarios y de infraestructura.

7.2 COSTO DE LA ENERGIA ELECTRICA

Considerando que la energía eléctrica procede de la empresa Electro centro enfocaremos el tema de costos eléctricos considerando la procedencia de este suministro.

7.3 CUADRO TARIFARIO

Se encuentra desarrollado en base a la categoría de consumidores y usuarios finales, de acuerdo a la resolución N° 182-2009-OS/CD de

OSINERGMIN (*Ver Anexo 5, 6*) Teniendo como definiciones lo siguiente:

Usuarios en Media Tensión y Baja Tensión

- Son usuarios en Media Tensión (MT) aquellos que están conectados con su empalme a redes cuya tensión de suministro es superior a 1 kV (kV = kilovoltio) y menor a 30 kV.
- Son usuarios en Baja Tensión (BT) aquellos que están conectados a redes cuya tensión de suministro es igual o inferior a 1 kV.

Usuarios con Tensiones de Suministro superiores a Media Tensión

Las tarifas para aquellos usuarios del servicio público de electricidad, cuyos suministros se efectúen en tensiones iguales o superiores a 30 kV, se obtendrán con la metodología y criterios regulados para los precios a nivel de generación según la resolución vigente del OSINERGMIN.

Asimismo por Resolución OSINERGMIN N° 423-2007-OS/CD, la cual fija los presupuestos y cargos mensuales de reposición y mantenimiento de la conexión eléctrica para nuestro caso:

- Cargo fijo mensual.
- Cargo por energía activa en horas de punta.
- Cargo por energía activa en horas fuera de punta.
- Cargo por potencia activa de generación en horas de punta.
- Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta.
- Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta.
- Cargo por energía reactiva.

En resumen para nuestro informe tenemos lo siguiente (Fuente Osinermig): (*Ver Tabla 7.1*)

Tabla 7.1

Categoría tarifaria	Tipo de consumidor	Costo del Kwh US\$
BT5B	Residencial	0.011
MT2	Comercial	0.025
MT4A	Industrial	0.036
MA2	Gran Industria	0.050

Fuente: Osinerg.

7.4 ANALISIS DE COSTO DEL PROYECTO, AHORRO, INVERSION Y PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION.

Antes de analizar cualquier actividad de proyecto la empresa encarga de la elaboración del estudio técnico económico debe verificar los beneficios que obtendrá así como un análisis de la inversión y el tiempo de recuperación mediante un estudio de factibilidad. En función a esto, se toma la decisión y opta por la ejecución del proyecto.

Se han evaluado los factores arriba mencionados presentando un análisis de costos y el ahorro obtenido al reemplazar a la empresa actual que realiza el sistema de bombeo por una empresa especializada como ITT Water & Wastewater Peru S.A.

7.5 AHORROS ESTIMADOS POR EL CONSUMO ENERGETICO.

Considerando los consumos energéticos de los equipos de bombeo en ambas zonas de análisis (Zona Rampa Oeste, Zona Rampa Este) las cuales se desarrollaron en el *Capítulo 3* se puede apreciar lo siguiente:

Para calcular El Costo de Kw mensual, debemos calcular el consumo mensual multiplicado por la tarifa del tipo de consumidor.

$$C_M = C * T \quad 7.1$$

Donde:

C_M : Consumo mensual US\$

C : Consumo mensual Kw mes

T : Costo Kwh según tipo de consumidor según *Tabla 7.1*

Empresa Contratista					
Zona Zona Rampa Mirko Oeste					
Caudal	Pot. HP	Pot. Kw	Tra. Diario Hr	Consumo diario Kw dia	Consumo mes Kw mes
22.5	32	23.86	2	763.60	22907.93
15.9	32	23.86	18	763.60	22907.93
15.5	58	43.25	18	2508.54	75256.14
26.8	32	23.86	8	763.60	22907.93
19.5	58	43.25	18	2508.54	75256.14
22.7	32	23.86	18	763.60	22907.93
7.9	32	23.86	18	763.60	22907.93
19.5	32	23.86	18	763.60	22907.93
21	32	23.86	14	763.60	22907.93
					310867.83

Del siguiente cuadro podemos apreciar que el consumo mensual en la Zona Oeste es de 310,867.83Kwh y al ser una empresa minera de la *Tabla 7.1* esta posee una tarifa de US\$0.05Kwh entonces.

$$C_M = 310867.83 * 0.05$$

$$C_M = \$15,343.59$$

Se posee un consumo total de \$15,343.59 dólares americanos mensuales.

Zona Rampa Mirko Este					
Caudal	Pot. HP	Pot. Kw	Tra. Diario Hr	Consumo diario Kw dia	Consumo mes Kw mes
30.6	58	43.25	18	2508.54	75256.14
14.6	32	23.86	18	763.60	22907.93
40.8	85	63.38	16	5387.69	161630.69
65.5	140	104.40	16	14615.74	438472.19
49.5	85	63.38	16	5387.69	161630.69
45.9	85	63.38	16	5387.69	161630.69
60	58	43.25	18	2508.54	75256.14
47.5	58	43.25	18	2508.54	75256.14
50.5	58	43.25	14	2508.54	75256.14
31.2	58	43.25	14	2508.54	75256.14
					1322552.92

Similarmente calculamos el consumo mensual en la Zona Este siendo esta en 1322,552.92Kwh lo cual nos da un costo de \$66,126.65.

Por lo tanto el costo mensual energético total que genera la empresa contratista es de **\$81,127.65**.

Del mismo modo se realiza el cálculo y el consumo para el sistema optimizado por ITT Water & Wastewater Perú S.A, teniendo el siguiente cuadro:

ITT WWW					
Zona Zona Rampa Mirko Oeste					
Caudal	Pot. HP	Pot. Kw	Tra. Diario Hr	Consumo diario Kw dia	Consumo mes Kw mes
26.1	8.8	6.56	2.68	57.75	1732.41
19.2	28	20.88	18.92	584.63	17538.89
39.9	58	43.25	8.57	2508.54	75256.14
47.8	28	20.88	5.86	584.63	17538.89
29.4	28	20.88	13.16	584.63	17538.89
44.54	28	20.88	11.72	584.63	17538.89
10.5	18	13.42	15.26	241.61	7248.21
21	28	20.88	18.86	584.63	17538.89
22	28	15.91	15.91	445.48	13364.40
					185295.61

El consumo mensual en la Zona Oeste es de 185,295.61Kwh con un costo de \$9,264.78

Zona Rampa Mirko Este					
Caudal	Pot. HP	Pot. Kw	Tra. Diario Hr	Consumo diario Kw dia	Consumo mes Kw mes
33.6	58	43.25	18.00	2508.54	75256.14
30.3	58	43.25	9.50	2508.54	75256.14
103	140	104.40	19.42	14615.74	438472.19
103	140	104.40	16.16	14615.74	438472.19
67	28	20.88	17.19	584.63	17538.89
67	28	20.88	13.03	584.63	17538.89
55.5	28	20.88	14.00	584.63	17538.89
39.8	28	20.88	11.68	584.63	17538.89
					1097612.22

El consumo mensual en la Zona Este es de 1097,612.22Kwh lo cual nos da un costo de \$54,880.61.

Por lo tanto el costo mensual energético total que genera ITT Water & Wastewater Perú S.A es de **\$64,145.39**.

Lo cual genera un **Ahorro mensual energético de \$17,525.65** para la empresa Minera Polimetálica referente al consumo energético.

7.6 AHORROS ESTIMADOS POR EL COSTO OPERATIVO.

Descripcion	Empresa Contratista		ITT Water & Wastewater	
	Monto Soles	Monto Dolares	Monto Soles	Monto Dolares
Ing. Residente	S/. 4,000.00	\$1,428.57	S/. 5,000.00	\$1,785.71

Personal operario

Sueldo mensual x turno 12 horas	S/. 2,000.00	\$714.29	S/. 2,000.00	\$714.29
---------------------------------	--------------	----------	--------------	----------

Cantidad de personal x turno

Zona Mirko Oeste	3	\$2,142.86	2	\$1,428.57
Zona Mirko Este	5	\$3,571.43	2	\$1,428.57
Total x turno		\$5,714.29		\$2,857.14
Total x 2 turnos		\$11,428.57		\$5,714.29
Total		\$12,857.14		\$7,500.00

Según el cuadro adjunto se puede observar el costo operativo total por la empresa contratista el cual incluye el personal técnico por ambos turnos incluyendo su el Ing. Residente por un total de \$12,857.14 y por parte de ITT Water & Wastewater Perú S.A. por un total de \$7,500.00

Lo cual genera un **Ahorro mensual operativo de \$5,357.14**

7.7 ANALISIS DE LA INVERSION.

Realizar un análisis de la inversión para la ejecución de un proyecto de **“Mejoramiento del Sistema de Bombeo en el Desarrollo de una Rampa para una Mina de Socavón”** implica conocer con cierto detalle cada uno de los equipos y componentes de los sistemas así como las especificaciones técnicas requeridas y parámetros de operación de los mismos, en un proyecto de esta índole se manejan cientos de ítems, entre equipos, horas hombre, etc. De los cuales debemos tener los mejores costos del mercado sin dejar de lado la calidad y en especial los tiempos de entrega y ejecución siendo uno de los más considerables los siguientes:

A. INVERSION POR EL CAMBIO DE TUBERIAS EN EL SISTEMA ACTUAL.

La optimización del sistema de bombeo en las Zonas Rampa Mirko Oeste y Este por parte de ITT requirió el cambio de su sistema de tendido de tuberías para ciertos equipos. Generando una inversión en la compra de tuberías el cual se indica en el cuadro siguiente:

INVERSION SISTEMA DE TUBERIAS				
Ítem	Cantidad	Descripción	Costo Unitario \$	Costo Total \$
1	880	Tubería 6" HDPE SDR 11	14.43	12698.40
2	224	Tubería 8" HDPE SDR 11	24.14	5407.36
Total Inversión Tuberías				18105.76

B. INVERSION DE EQUIPOS DE BOMBEO EN EL SISTEMA ACTUAL.

La empresa contratista como se menciono anteriormente utiliza una cantidad de equipos de bombeo para el drenaje de varias marcas y modelos en las zonas en estudio, las cuales cuenta con un precio de alquiler mensual.

En estos costos de inversión mensual también se esta considerando el alquiler mensual de una camioneta 4x4 acondicionada para el servicio. La cual servirá para el transporte de los equipos de bombeo desde el ingreso de la bocamina al taller de mantenimiento, mas no dentro del socavón de la mina.

INVERSION ALQUILER DE EQUIPOS TOTAL – Empresa Contratista				
Item	Cantidad	Descripción	Costo Unitario \$	Costo Total \$
1	08	Alquiler mensual Bomba Matador H	1400.00	11200.00
2	07	Alquiler mensual Bomba Maxi H	1900.00	13300.00
3	01	Alquiler mensual Bomba BS2250.010HT	2500.00	2500.00
4	01	Alquiler mensual Bomba BS2400MT	5000.00	5000.00
5	02	Alquiler mensual Bomba Magnum H	2700.00	5400.00
6	01	Camioneta	2000.00	2000.00
Total Inversión Equipos de alquiler Empresa Contratista				39400.00

C. INVERSION POR EL CAMBIO DE EQUIPOS DE BOMBEO EN EL SISTEMA PROPUESTO POR ITT WATER & WASTEWATER PERU S.A.

ITT Water & Wastewater Peru S.A del mismo modo posee un costo individual por cada uno de los equipos de bombeo, a utilizar en la optimización del sistema de bombeo de las zonas de estudio, como tambien el de la camioneta que realizaría el mismo desempeño

INVERSION TOTAL - Optimización del Sistema de Bombeo en un Desarrollo Para una Rampa en una Mina de Socavón				
Item	Cantidad	Descripcion	Costo Unitario \$	Costo Total \$
1	04	Alquiler mensual Bomba BS2201.011HT	2200.00	8800.00
2	02	Alquiler mensual Bomba BS2400.402MT	5500.00	11000.00
3	01	Alquiler mensual Bomba BS2640.180HT	900.00	900.00
4	04	Alquiler mensual Bomba BS2670.180HT	1500.00	6000.00
5	05	Alquiler mensual Bomba BS2670.180MT	1500.00	6000.00
6	01	Alquiler mensual Bomba BS2140.010HT	1100.00	1100.00
7	01	Camioneta	2000.00	2000.00
Total Inversión Equipos de alquiler ITT Water & Wastewater				37300.00

Considerando que se debe realizar una inversión mensual de \$44,800.00 por un periodo de un año con posibilidades de renovación según el contrato. El cual consiste en:

- 04 equipos Flygt Modelo BS2201.011HT de 43Kw, 5 equipos Flygt modelo BS2670.180MT de 20Kw, 4 equipos Flygt modelo BS2670.180HT de 20Kw, 2 equipos Flygt BS2400.402MT de 104Kw, 1 equipo Flygt modelo BS2140.010HT de 14.3Kw, 1 equipo Flygt modelo BS2640.180HT de 6.6Kw, los cuales contarán con sus respectivos tableros de arranque con las protecciones respectivas para los equipos.
- 04 Técnicos especializados permanentes in situ, los cuales realizarían el monitoreo e inspección de los equipos de bombeo
- 01 equipo BS2670.180MT, 01 equipo BS2670.180HT para Stand By
- 04 Mantenimientos trimestrales divididos de la siguiente forma (03 Mantenimientos de los equipos de bombeo y adicionalmente 01 Over hall que nos permite garantizar el servicio).

01 camioneta para realizar el monitoreo de los equipos de bombeo en sus respectivas cámaras de rebombeo, La compañía minera Polimetálica S.A. provee el combustible (D-2). ITT garantiza la operatividad de la camioneta, su reparación y cambio de partes de desgaste oportunamente.

- La compañía minera Polimetálica S.A. realizará el transporte de los equipos desde las instalaciones de ITT hasta el lugar de operación.
- La compañía minera Polimetálica S.A. facilitará un ambiente de trabajo.
- La compañía minera Polimetálica S.A, facilitará la alimentación como el alojamiento del personal (04 personas) que realizar el

servicio de monitoreo e inspección de los equipos durante el tiempo del alquiler de los equipos.

7.8 RESUMEN DEL ANALISIS.

Teniendo los siguientes ahorros mensuales según:

- Ahorro mensual energético en \$17,525.65
- Ahorro mensual operativo en \$5,357.14

Costos de inversión:

- Costo de Inversión por el cambio de tubería \$18,105.76
- Costo mensual por el alquiler de equipos ITT \$37,300.00
- Costo mensual por el alquiler de equipos por la empresa contratista \$39,400.00
- Costo mensual por personal operativo ITT \$7,500.00
- Costo mensual por personal operativo empresa contratista \$12,857.14

Por un periodo de 1 año se posee un costo de \$627,085.68 por la empresa contratista con el sistema actual de bombeo, por otro lado la propuesta de ITT posee un costo de \$555,705.76 anuales teniendo a su vez un ahorro anual de \$210,307.8 referente al consumo energético.

CAPITULO 8

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 CONCLUSIONES

- El Sistema anterior contaba con una selección de equipos no adecuados, los cuales provocaban tener mayor cantidad de equipos para las operaciones en mina.
- Se aumento la capacidad de bombeo en 152.22 l/s lo cual es un 20% más de lo que se realizaba.
- El redimensionamiento en tuberías en 2 camaras de bombeo redujo la cantidad de equipos de bombeo en 1 unidad por cámara.
- El uso de menor cantidad de equipos para las operación de drenaje en mina con sistemas de monitoreo automático, disminuye la cantidad de operarios para los equipos disminuyendo estos costos en 41.67%
- La selección de equipos de bombeo por parte de ITT logró disminuir el consumo energético en 21.46%
- Se disminuyó las paradas en la operación en un 65% en los primeros 5 meses, actualmente estas paradas intempestivas han sido reducidas a un 10% referente al inicio de operaciones.

8.2 RECOMENDACIONES.

- Se deben construir cámaras de sedimentación a fin de no permitir el ingreso de partículas solidas en las cámaras donde se encuentran los equipos de bombeo
- Para la limpieza de las cámaras de sedimentación se utilizará una bomba para lodos (slurry) el cual realizara está labor.
- Para el diseño y desarrollo de nuevas rampas de bombeo se coordina con el área de proyectos a fin de seleccionar los equipos adecuados para la profundización y desarrollo del proyecto.
- El personal de operación y mantenimiento deben llevar capacitación permanente en las instalaciones de ITT en mina como en sus talleres en Lima, a fin de minimizar fallas de los equipos en operación.
- Se realizara charlas de capacitación a las áreas de operaciones mina, como los talleres de mantenimiento, con el fin de instruir al personal para la selección de los equipos de bombeo como, las acciones a tomar en caso de emergencias, cuando los equipos de bombeo presenten fallas y el personal de ITT no se encuentre en el lugar de trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- **B. NEKRASOV. *Hidraulica*. Editorial MIR, Tercera Edición 1968, Rusia**
- **HIDRAULIC INSTITUTE AND EUROPUMP. *Pump Life Cycle Cost*, Copyring 2001, Estados Unidos**
- **GILBERTO SOTELO AVILA. *Hidráulica General*. Editorial LIMUSA 1991, DecimaOctava Edición. Mexico**
- **COLD INDUSTRIES. *Hydraulic Handbook Cold Industries Edicion 12-1979*. Estados Unidos**
- **C.R. WESTAWAY – A.W. LOOMIS. *Cameron Hydraulic Data*. Ingersoll-Rand Edicion DecimaSexta1984. Estados Unidos**
- **BUAMISTER, THEODORE. AVALLONE, EUGENE A. *Manual del Ingeniero Mecanico*. Editorial Mc. Graw-Hill, Octava Edicion 1978. Mexico**
- **LUIS A. ROBB. *Diccionario para Ingenieros*. Editorial Cecsca, Segunda edición 1997. Mexico**
- **TYLER, G Y HICKS, BME. *Bombas su selección y aplicación*. Editorial C.E.C.S.A. Primera Edición 1990. Mexico**
- **WEIR SLURRY GROUP TECHNOLOGY. *Slurry Pumping Manual*, Editorial 2002 WARMAN INTERNATIONAL LTD. Estados Unidos.**
- **ITT. *Bombas Sumergibles y Estaciones de Bombeo*. Editorial ITT Water & Wastewater 2008. España**

- **MIGUEL ESTRUCH SERRA, ANA TAPIA.** *Topografía subterránea para minería y obras.* Editorial UPC España, Primera Edición 2003
- **ITT.** *Goulds Pumps Manual.* Editorial ITT, 2006 Estados Unidos.
- **ROBERT W. FOX.** *Introducción a la mecánica de los Fluidos,* Editorial McGraw-Hill, Mexico Segunda edición 1995.

PAGINAS WEB CONSULTADAS

ITT.

<http://www.itt.com>

Ministerio de energía y minas.

<http://www.minem.gob.pe>

Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía.

<http://www.snmpe.org.pe>

Instituto de Hidráulica.

<http://www.pumps.org>

Información minera y de los minerales.

<http://www.infomine.com>

Organismo Supervisor inversión en Energía y Minería

<http://www.osinerg.gob.pe>

Tabla N°1

VISCOSIDAD DEL AGUA

TEMPERATURA (°C)	Viscosidad dinámica (poises)	Viscosidad cinemática (Stokes)	Viscosidad Dinámica (N·s/m ²)	Viscosidad Cinemática (m ² /s)	Viscosidad Dinámica (kg·s/m ²)
0	1.787·10 ⁻²	1.787·10 ⁻²	1.787·10 ⁻³	1.787·10 ⁻⁶	1.822·10 ⁻⁴
1	1.728·10 ⁻²	1.728·10 ⁻²	1.728·10 ⁻³	1.728·10 ⁻⁶	1.761·10 ⁻⁴
2	1.671·10 ⁻²	1.671·10 ⁻²	1.671·10 ⁻³	1.671·10 ⁻⁶	1.703·10 ⁻⁴
3	1.618·10 ⁻²	1.618·10 ⁻²	1.618·10 ⁻³	1.618·10 ⁻⁶	1.649·10 ⁻⁴
4	1.567·10 ⁻²	1.567·10 ⁻²	1.567·10 ⁻³	1.567·10 ⁻⁶	1.597·10 ⁻⁴
5	1.519·10 ⁻²	1.519·10 ⁻²	1.519·10 ⁻³	1.519·10 ⁻⁶	1.548·10 ⁻⁴
6	1.472·10 ⁻²	1.472·10 ⁻²	1.472·10 ⁻³	1.472·10 ⁻⁶	1.501·10 ⁻⁴
7	1.428·10 ⁻²	1.428·10 ⁻²	1.428·10 ⁻³	1.428·10 ⁻⁶	1.456·10 ⁻⁴
8	1.386·10 ⁻²	1.386·10 ⁻²	1.386·10 ⁻³	1.386·10 ⁻⁶	1.413·10 ⁻⁴
9	1.346·10 ⁻²	1.346·10 ⁻²	1.346·10 ⁻³	1.346·10 ⁻⁶	1.372·10 ⁻⁴
10	1.307·10 ⁻²	1.307·10 ⁻²	1.307·10 ⁻³	1.307·10 ⁻⁶	1.332·10 ⁻⁴
11	1.271·10 ⁻²	1.271·10 ⁻²	1.271·10 ⁻³	1.271·10 ⁻⁶	1.296·10 ⁻⁴
12	1.235·10 ⁻²	1.235·10 ⁻²	1.235·10 ⁻³	1.235·10 ⁻⁶	1.259·10 ⁻⁴
13	1.202·10 ⁻²	1.203·10 ⁻²	1.202·10 ⁻³	1.203·10 ⁻⁶	1.225·10 ⁻⁴
14	1.169·10 ⁻²	1.170·10 ⁻²	1.169·10 ⁻³	1.170·10 ⁻⁶	1.192·10 ⁻⁴
15	1.139·10 ⁻²	1.140·10 ⁻²	1.139·10 ⁻³	1.140·10 ⁻⁶	1.161·10 ⁻⁴
16	1.109·10 ⁻²	1.110·10 ⁻²	1.109·10 ⁻³	1.110·10 ⁻⁶	1.130·10 ⁻⁴
17	1.081·10 ⁻²	1.082·10 ⁻²	1.081·10 ⁻³	1.082·10 ⁻⁶	1.102·10 ⁻⁴
18	1.053·10 ⁻²	1.054·10 ⁻²	1.053·10 ⁻³	1.054·10 ⁻⁶	1.073·10 ⁻⁴
19	1.027·10 ⁻²	1.029·10 ⁻²	1.027·10 ⁻³	1.029·10 ⁻⁶	1.047·10 ⁻⁴
20	1.002·10 ⁻²	1.004·10 ⁻²	1.002·10 ⁻³	1.004·10 ⁻⁶	1.021·10 ⁻⁴
21	0.9779·10 ⁻²	0.9799·10 ⁻²	0.978·10 ⁻³	0.980·10 ⁻⁶	0.997·10 ⁻⁴
22	0.9548·10 ⁻²	0.9569·10 ⁻²	0.954·10 ⁻³	0.957·10 ⁻⁶	0.973·10 ⁻⁴
23	0.9325·10 ⁻²	0.9348·10 ⁻²	0.932·10 ⁻³	0.935·10 ⁻⁶	0.951·10 ⁻⁴
24	0.9111·10 ⁻²	0.9136·10 ⁻²	0.911·10 ⁻³	0.914·10 ⁻⁶	0.929·10 ⁻⁴
25	0.8904·10 ⁻²	0.8930·10 ⁻²	0.890·10 ⁻³	0.893·10 ⁻⁶	0.908·10 ⁻⁴
26	0.8705·10 ⁻²	0.8733·10 ⁻²	0.870·10 ⁻³	0.873·10 ⁻⁶	0.887·10 ⁻⁴
27	0.8513·10 ⁻²	0.8543·10 ⁻²	0.851·10 ⁻³	0.854·10 ⁻⁶	0.868·10 ⁻⁴
28	0.8327·10 ⁻²	0.8359·10 ⁻²	0.833·10 ⁻³	0.836·10 ⁻⁶	0.849·10 ⁻⁴
29	0.8148·10 ⁻²	0.8181·10 ⁻²	0.815·10 ⁻³	0.818·10 ⁻⁶	0.831·10 ⁻⁴

Tabla 1. Fuente Indecopi

Tabla N°2

TEMPE- RATURA (°C)	Viscosidad dinámica (poises)	Viscosidad cinemática (Stokes)	Viscosidad Dinámica (N·s/m ²)	Viscosidad Cinematía (m ² /s)	Viscosidad Dinámica (Kg·s/m ²)
30	0.7975·10 ⁻²	0.8010·10 ⁻²	0.798·10 ⁻³	0.801·10 ⁻⁶	0.813·10 ⁻⁴
31	0.7808·10 ⁻²	0.7844·10 ⁻²	0.781·10 ⁻³	0.784·10 ⁻⁶	0.796·10 ⁻⁴
32	0.7647·10 ⁻²	0.7685·10 ⁻²	0.765·10 ⁻³	0.768·10 ⁻⁶	0.780·10 ⁻⁴
33	0.7491·10 ⁻²	0.7531·10 ⁻²	0.749·10 ⁻³	0.753·10 ⁻⁶	0.764·10 ⁻⁴
34	0.7340·10 ⁻²	0.7381·10 ⁻²	0.734·10 ⁻³	0.738·10 ⁻⁶	0.748·10 ⁻⁴
35	0.7194·10 ⁻²	0.7237·10 ⁻²	0.719·10 ⁻³	0.724·10 ⁻⁶	0.733·10 ⁻⁴
36	0.7052·10 ⁻²	0.7097·10 ⁻²	0.705·10 ⁻³	0.710·10 ⁻⁶	0.719·10 ⁻⁴
37	0.6915·10 ⁻²	0.6961·10 ⁻²	0.692·10 ⁻³	0.696·10 ⁻⁶	0.705·10 ⁻⁴
38	0.6783·10 ⁻²	0.6831·10 ⁻²	0.678·10 ⁻³	0.683·10 ⁻⁶	0.691·10 ⁻⁴
39	0.6654·10 ⁻²	0.6703·10 ⁻²	0.665·10 ⁻³	0.670·10 ⁻⁶	0.678·10 ⁻⁴
40	0.6529·10 ⁻²	0.6580·10 ⁻²	0.653·10 ⁻³	0.658·10 ⁻⁶	0.666·10 ⁻⁴
41	0.6408·10 ⁻²	0.6461·10 ⁻²	0.641·10 ⁻³	0.646·10 ⁻⁶	0.653·10 ⁻⁴
42	0.6291·10 ⁻²	0.6345·10 ⁻²	0.629·10 ⁻³	0.636·10 ⁻⁶	0.641·10 ⁻⁴
43	0.6178·10 ⁻²	0.6234·10 ⁻²	0.618·10 ⁻³	0.623·10 ⁻⁶	0.630·10 ⁻⁴
44	0.6067·10 ⁻²	0.6124·10 ⁻²	0.607·10 ⁻³	0.612·10 ⁻⁶	0.618·10 ⁻⁴
45	0.5960·10 ⁻²	0.6019·10 ⁻²	0.596·10 ⁻³	0.602·10 ⁻⁶	0.608·10 ⁻⁴
46	0.5856·10 ⁻²	0.5916·10 ⁻²	0.586·10 ⁻³	0.592·10 ⁻⁶	0.597·10 ⁻⁴
47	0.5755·10 ⁻²	0.5817·10 ⁻²	0.576·10 ⁻³	0.582·10 ⁻⁶	0.587·10 ⁻⁴
48	0.5656·10 ⁻²	0.5819·10 ⁻²	0.566·10 ⁻³	0.572·10 ⁻⁶	0.577·10 ⁻⁴
49	0.5561·10 ⁻²	0.5626·10 ⁻²	0.556·10 ⁻³	0.563·10 ⁻⁶	0.567·10 ⁻⁴
50	0.5468·10 ⁻²	0.5534·10 ⁻²	0.547·10 ⁻³	0.553·10 ⁻⁶	0.557·10 ⁻⁴

Tabla 2. Fuente Indecopi

Tabla N°3

TECH-C-6 Atmospheric Pressure, Barometric Reading and Boiling Point of Water at Various Altitudes

Altitude		Barometric Reading		Atmospheric Pressure		Boiling Pt. Of Water °F
Feet	Meters	In. Hg.	Mm. Hg.	psia	Ft. Water	
— 1000	— 304.8	31.0	788	15.2	35.2	213.8
— 500	— 152.4	30.5	775	15.0	34.6	212.9
0	0.0	29.9	760	14.7	33.9	212.0
+ 500	+ 152.4	29.4	747	14.4	33.3	211.1
+ 1000	304.8	28.9	734	14.2	32.8	210.2
1500	457.2	28.3	719	13.9	32.1	209.3
2000	609.6	27.8	706	13.7	31.5	208.4
2500	762.0	27.3	694	13.4	31.0	207.4
3000	914.4	26.8	681	13.2	30.4	206.5
3500	1066.8	26.3	668	12.9	29.8	205.6
4000	1219.2	25.8	655	12.7	29.2	204.7
4500	1371.6	25.4	645	12.4	28.8	203.8
5000	1524.0	24.9	633	12.2	28.2	202.9
5500	1676.4	24.4	620	12.0	27.6	201.9
6000	1828.8	24.0	610	11.8	27.2	201.0
6500	1981.2	23.5	597	11.5	26.7	200.1
7000	2133.6	23.1	587	11.3	26.2	199.2
7500	2286.0	22.7	577	11.1	25.7	198.3
8000	2438.4	22.2	564	10.9	25.2	197.4
8500	2590.8	21.8	554	10.7	24.7	196.5
9000	2743.2	21.4	544	10.5	24.3	195.5
9500	2895.6	21.0	533	10.3	23.8	194.6
10000	3048.0	20.6	523	10.1	23.4	193.7
15000	4572.0	16.9	429	8.3	19.2	184.0

Tabla 3. Fuente Libro Hydraulic Handbook Cold Industries Edicion 12-1979 Cap.3 pag.86

Tabla N°4

TECH-C-5 Properties of Water at Various Temperatures from 32° to 705.4°F

Temp. F	Temp. C	SPECIFIC GRAVITY 60 F Reference	Wt. in Lb/Cu Ft	Vapor Pressure Psi Abs	Vapor Pressure* Feet Abs. (At Temp.)
32	0	1.002	62.42	0.0885	0.204
40	4.4	1.001	62.42	0.1217	0.281
45	7.2	1.001	62.40	0.1471	0.340
50	10.0	1.001	62.38	0.1781	0.411
55	12.8	1.000	62.36	0.2141	0.494
60	15.6	1.000	62.34	0.2653	0.591
65	18.3	.999	62.31	0.3056	0.706
70	21.1	.999	62.27	0.3631	0.839
75	23.9	.998	62.24	0.4298	0.994
80	26.7	.998	62.19	0.5069	1.172
85	29.4	.997	62.16	0.5959	1.379
90	32.2	.996	62.11	0.6982	1.167
95	35.0	.995	62.06	0.8153	1.890
100	37.8	.994	62.00	0.9492	2.203
110	43.3	.992	61.84	1.275	2.965
120	48.9	.990	61.73	1.692	3.943
130	54.4	.987	61.54	2.223	5.196
140	60.0	.985	61.39	2.889	6.766
150	65.5	.982	61.20	3.718	8.735
160	71.1	.979	61.01	4.741	11.172
170	76.7	.975	60.79	5.992	14.178
180	82.2	.972	60.57	7.510	17.825
190	87.7	.968	60.35	9.339	22.257
200	93.3	.965	60.13	11.526	27.584
212	100.0	.959	59.81	14.696	35.353
220	104.4	.955	59.63	17.186	41.343
240	115.6	.948	59.10	24.97	60.77
260	126.7	.939	58.51	35.43	87.05
280	137.8	.929	58.00	49.20	122.18
300	148.9	.919	57.31	67.01	168.22
320	160.0	.909	56.66	89.66	227.55
340	171.1	.898	55.96	118.01	303.17
360	182.2	.886	55.22	153.04	398.49
380	193.3	.874	54.47	195.77	516.75
400	204.4	.860	53.65	247.31	663.42
420	215.6	.847	52.80	308.83	841.17
440	226.7	.833	51.92	381.59	1056.8
460	237.8	.818	51.02	466.9	1317.8
480	248.9	.802	50.00	566.1	1628.4
500	260.0	.786	49.02	680.8	1998.2
520	271.1	.769	47.85	812.4	2446.7
540	282.2	.747	46.51	962.5	2972.5
560	293.3	.727	45.3	1133.1	3595.7
580	304.4	.704	43.9	1325.8	4345.
600	315.6	.679	42.3	1524.9	5242.
620	326.7	.650	40.5	1786.6	6341.
640	337.8	.618	38.5	2059.7	7689.
660	348.9	.577	36.0	2365.4	9458.
680	360.0	.526	32.8	2708.1	11878.
700	371.1	.435	27.1	3039.7	16407.

Tabla 4. Fuente Libro Hydraulic Handbook Cold Industries Edicion 12-1979 Cap.3 pag.84

Tabla N°5

TECH-C-2 Resistance Coefficients for Valves and Fittings

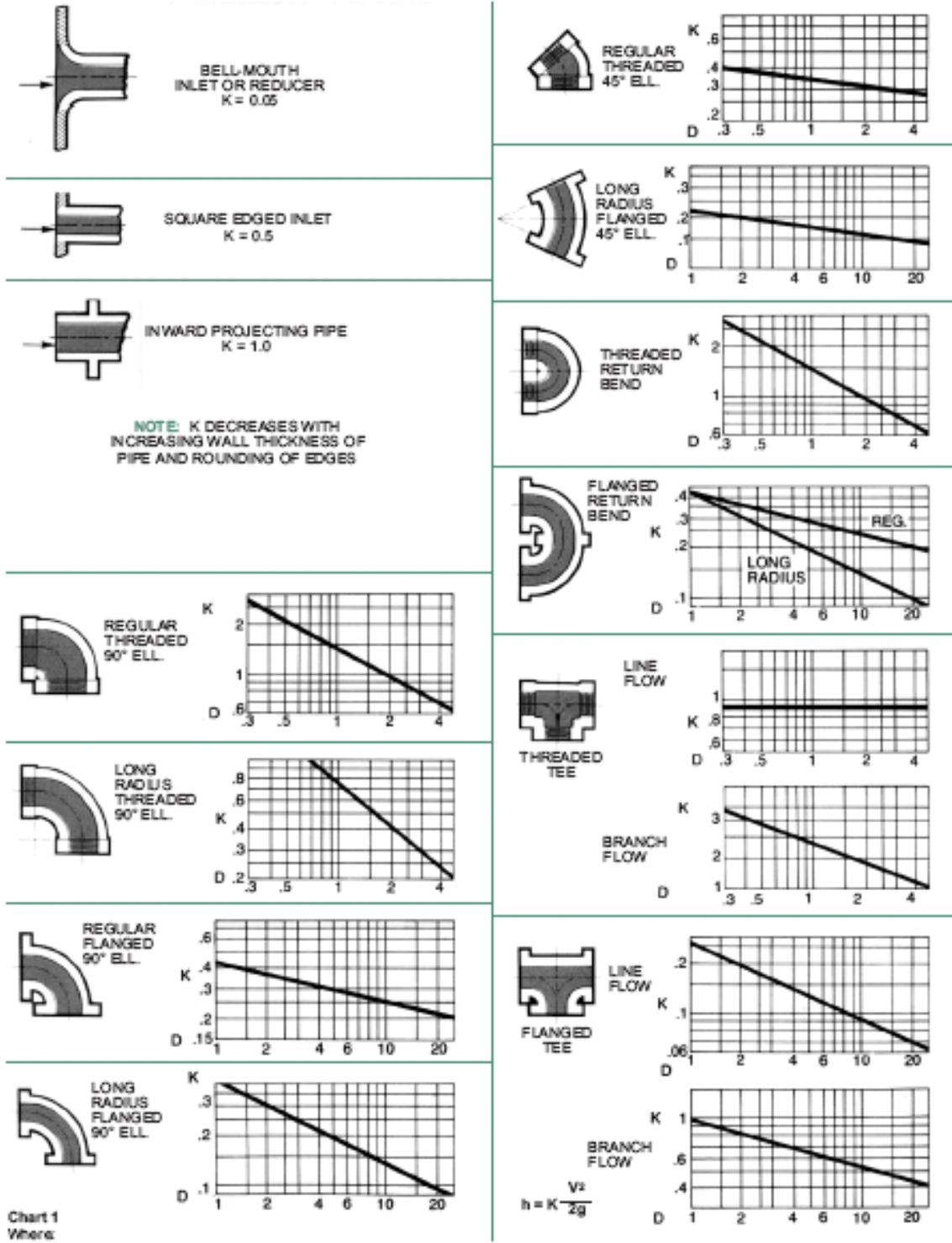


Tabla 5. Fuente Libro Hydraulic Handbook Cold Industries Edicion 12-1979 Cap.3 pag.58

Tabla N°6

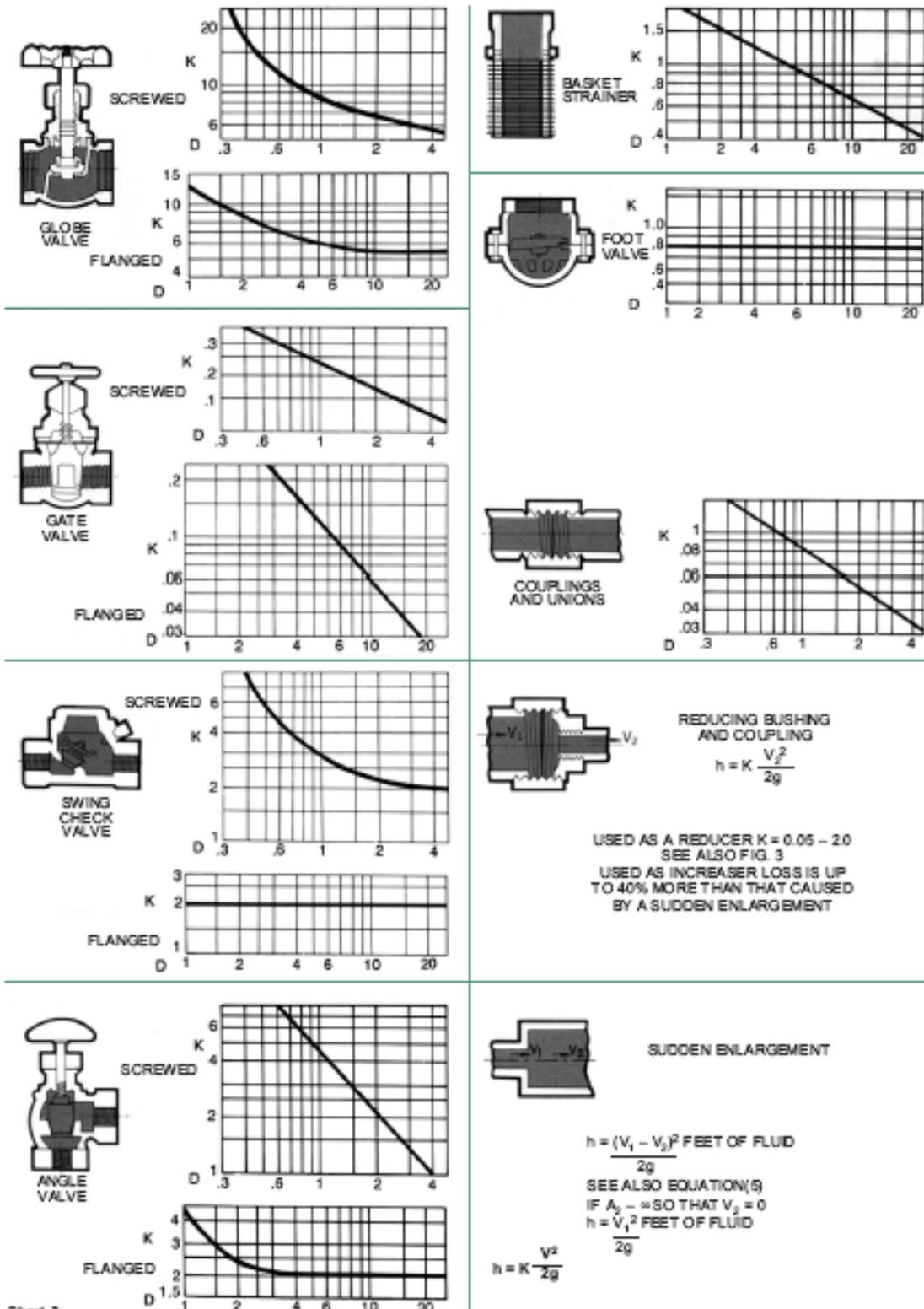


Chart 2
Reprinted from PIPE FRICTION MANUAL, Third Edition, Copyright 1981 by Hydraulic Institute.

Tabla 6. Fuente Libro Hydraulic Handbook Cold Industries Edicion 12-1979 Cap.3 pag.59

Tabla N°7

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA HDPE NORMA ISO 4427																
DIÁMETRO EXTERIOR	Tuberías con esfuerzo de diseño de 63 bar (914 psi) (PE 80)									Tuberías con esfuerzo de diseño de 80 bar (1160 psi) (PE 100)						
	(PN6) SDR 21 6 bar (87 psi)		(PN8) SDR 17 8 bar (116 psi)		(PN10) SDR 13.6 10 bar (145 psi)		(PN12.5) SDR 11 12.5 bar (181 psi)		(PN16) SDR 9 16 bar (232 psi)		(PN10) SDR 17 10 bar (145 psi)		(PN 12.5) SDR 13.6 12.5 bar (181 psi)		(PN16) SDR 11 16 bar (232 psi)	
(mm)	Esesor (mm)	Peso (kg/m)	Esesor (mm)	Peso (kg/m)	Esesor (mm)	Peso (kg/m)	Esesor (mm)	Peso (kg/m)	Esesor (mm)	Peso (kg/m)	Esesor (mm)	Peso (kg/m)	Esesor (mm)	Peso (kg/m)	Esesor (mm)	Peso (kg/m)
16	--	--	--	--	--	--	--	--	2.3	0.10	--	--	--	--	--	--
20	--	--	--	--	--	--	--	--	2.3	0.13	--	--	--	--	--	--
25	--	--	--	--	--	--	2.3	0.17	2.8	0.20	--	--	--	--	--	--
32	--	--	--	--	--	--	3.0	0.28	3.6	0.33	--	--	--	--	3.0	0.28
40	--	--	--	--	--	--	3.7	0.43	4.5	0.51	--	--	--	--	3.7	0.43
50	--	--	--	--	--	--	4.6	0.67	5.6	0.80	--	--	--	--	4.6	0.67
63	--	--	--	--	4.7	0.88	5.8	1.06	7.1	1.27	--	--	4.7	0.88	5.8	1.07
75	--	--	4.5	1.01	5.6	1.24	6.8	1.48	8.4	1.79	4.5	1.02	5.6	1.25	6.8	1.49
90	4.3	1.18	5.4	1.46	6.7	1.79	8.2	2.15	10.1	2.58	5.4	1.47	6.7	1.79	8.2	2.15
110	5.3	1.77	6.6	2.18	8.1	2.64	10.0	3.20	12.3	3.84	6.6	2.19	8.1	2.65	10.0	3.21
140	6.7	2.85	8.3	3.49	10.3	4.27	12.7	5.17	15.7	6.24	8.3	3.51	10.3	4.29	12.7	5.19
160	7.7	3.75	9.5	4.57	11.8	5.59	14.6	6.79	17.9	8.13	9.5	4.59	11.8	5.61	14.6	6.81
200	9.6	5.84	11.9	7.15	14.7	8.71	18.2	10.58	22.4	12.72	11.9	7.18	14.7	8.74	18.2	10.62
250	11.9	9.05	14.8	11.12	18.4	13.62	22.7	16.49	27.9	19.81	14.8	11.17	18.4	13.68	22.7	16.56
315	15.0	14.38	18.7	17.71	23.2	21.64	28.6	26.18	35.2	31.48	18.7	17.78	23.2	21.73	28.6	26.29
355	16.9	18.26	21.1	22.51	26.1	27.43	32.2	33.22	39.7	40.01	21.1	22.61	26.1	27.55	32.2	33.36
400	19.1	23.25	23.7	28.50	29.4	34.82	36.3	42.19	44.7	50.76	23.7	28.62	29.4	34.97	36.3	42.37
450	21.5	29.44	26.7	36.12	33.1	44.10	40.9	53.48	50.3	64.27	26.7	36.27	33.1	44.29	40.9	53.70
500	23.9	36.36	29.7	44.63	36.8	54.47	45.4	65.96	55.8	79.23	29.7	44.82	36.8	54.70	45.4	66.24
630	30.0	57.52	37.4	70.82	46.3	86.37	57.2	104.72	--	--	37.4	71.12	46.2	86.73	57.2	105.16
710	33.9	75.54	42.1	92.64	52.2	112.94	--	--	--	--	42.1	93.03	52.2	113.41	--	--
800	38.1	95.75	47.4	117.47	58.8	143.33	--	--	--	--	47.4	117.96	58.8	143.93	--	--
900	42.9	121.22	53.3	148.64	--	--	--	--	--	--	53.3	149.26	--	--	--	--

Tabla 7. Fuente *Catálogo de Sistemas de Tuberías HDPE Amanco.*

Tabla N°8

resistencia al flujo en tubos comerciales

285

TABLA 8.1 Rugosidad absoluta ϵ en tubos comerciales

<i>Material</i>	<i>ϵ, en mm</i>	
<i>Tubos lisos</i>		
De vidrio, cobre, latón, madera (bien cepillada), acero nuevo soldado y con una mano interior de pintura; tubos de acero de precisión sin costura, serpentines industriales, plástico, hule	0.0015	
Tubos industriales de latón	0.025	
Tubos de madera	0.2	a 1
Hierro forjado	0.05	
Hierro fundido nuevo	0.25	
Hierro fundido, con protección interior de asfalto	0.12	
Hierro fundido oxidado	1	a 1.5
Hierro fundido, con incrustaciones	1.5	a 3
Hierro fundido, centrifugado	0.05	
Hierro fundido nuevo, con bridas o juntas de macho y campana	0.15	a 0.3
Hierro fundido usado, con bridas o juntas de macho y campana	2	a 3.5
Hierro fundido para agua potable, con bastantes incrustaciones y diámetro de 50 a 125 mm	1	a 4
Hierro galvanizado	0.15	
Acero rolado, nuevo	0.05	
Acero laminado, nuevo	0.04	a 0.1
Acero laminado con protección interior de asfalto	0.05	
<i>Tubos de acero soldado de calidad normal</i>		
Nuevo	0.05	a 0.10
Limpiado después de mucho uso	0.15	a 0.20
Moderadamente oxidado, con pocas incrustaciones	0.4	
Con muchas incrustaciones	3	
Con remaches transversales, en buen estado	0.1	
Con costura longitudinal y una línea transversal de remaches en cada junta, o bien laqueado interiormente	0.3	a 0.4
Con líneas transversales de remaches, sencilla o doble; o tubos remachados con doble hilera longitudinal de remaches e hilera transversal sencilla, sin incrustaciones	0.6	a 0.7
Acero soldado, con una hilera transversal sencilla de pernos en cada junta, laqueado interior, sin oxidaciones, con circulación de agua turbia	1	

Tabla N°8. Fuente Libro de Hidráulica General Autor: Gilberto Sotelo Ávila, Edición DecimaOctava Editorial LIMUSA 1991

Tabla N°9

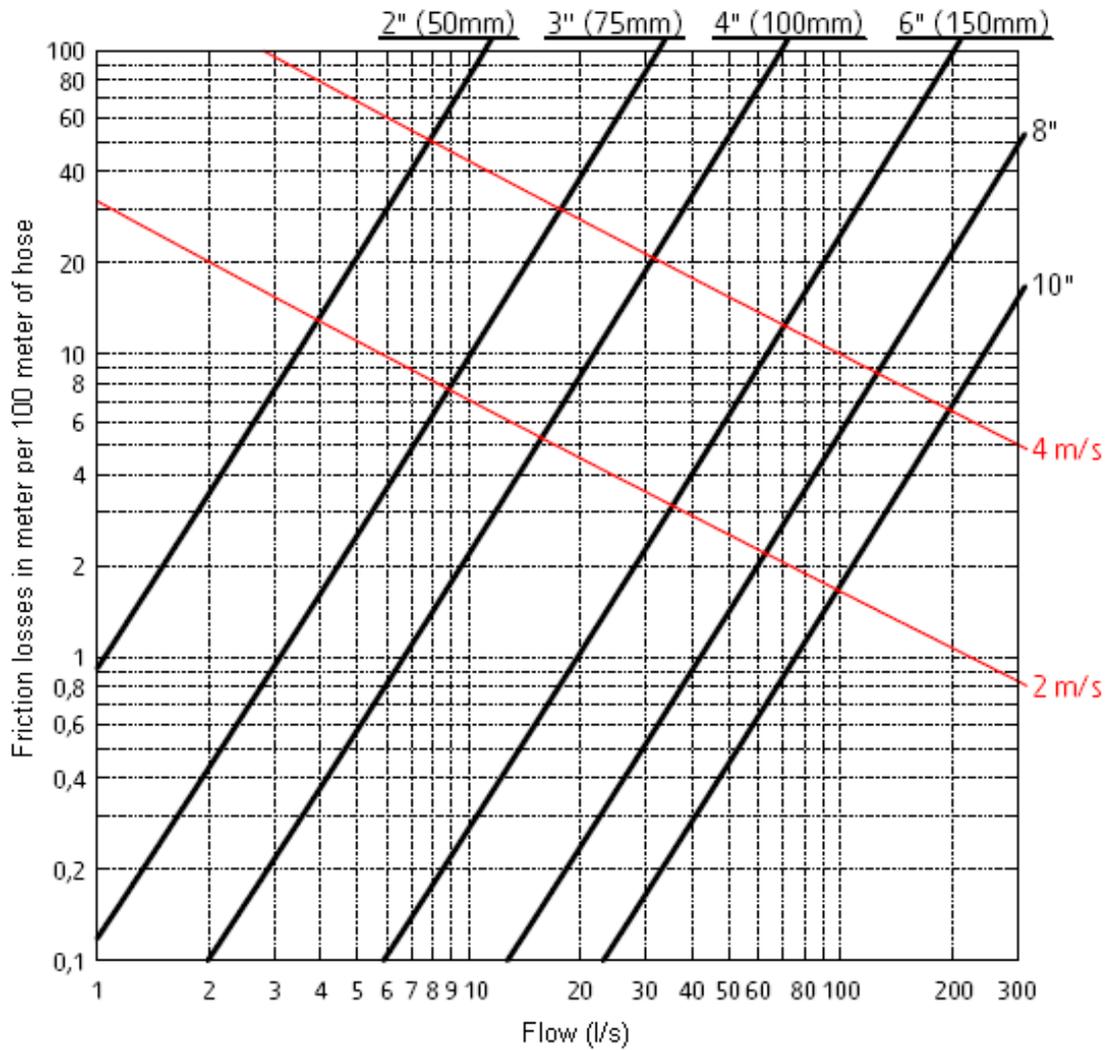


Tabla N°9. Fuente ITT Water & Wastewater Peru S.A.



ITT

Water & Wastewater

Installation, care and maintenance

BS/KS 2630.180

BS/KS 2640.180



Engineered for life

Contents

Guarantee _____	2	Operation _____	18
Data plate interpretation _____	2	Care and maintenance _____	19
Safety precautions _____	3	Safety precautions _____	19
Product description _____	4	Inspection _____	19
Applications _____	4	Recommended inspections _____	20
Motor data _____	5	Changing the oil _____	22
Dimensions and weights _____	6	Removing the impeller _____	23
Performance curves _____	7-11	Instalning the impeller and setting clearance _	24
Transportation and storage _____	12	Tools _____	26
Installation _____	12	Service log _____	26
Electrical connections _____	13		

Guarantee

ITT Flygt undertakes to remedy faults in products sold by ITT Flygt provided:

- that the fault is due to defects in design, materials or workmanship;
- that the fault is reported to ITT Flygt or ITT Flygt's representative during the guarantee period;
- that the product is used only under conditions described in the care and maintenance instructions and in applications for which it is intended;
- that the monitoring equipment incorporated in the product is correctly connected;
- that all service and repair work is done by a workshop authorized by ITT Flygt;
- that genuine ITT Flygt parts are used.

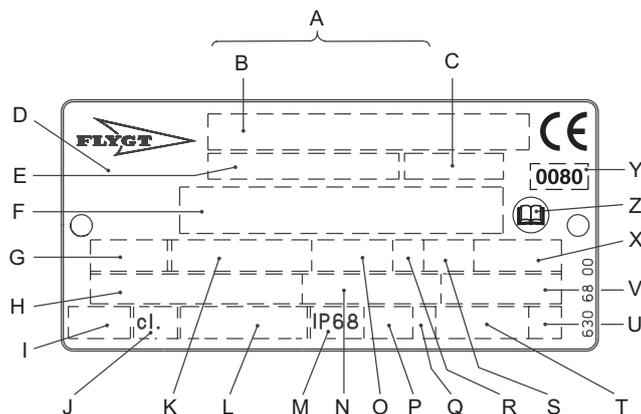
Hence, the guarantee does not cover faults caused by deficient maintenance, improper installation, incorrectly executed repair work or normal wear and tear.

ITT Flygt assumes no liability for either bodily injuries, material damages or economic losses beyond what is stated above.

ITT Flygt guarantees that a spare parts stock will be kept for 10 years after the manufacture of this product has been discontinued.

The manufacturer reserves the right to alter performance, specification or design without notice.

Data plate interpretation



- | | |
|--|--|
| A Serial number | N Rated current |
| B Product code + Number | O Rated speed |
| C Curve code / Propeller code | P Max. submergence |
| D Country of origin | Q Direction of rotation: L=left, R=right |
| E Product number | R Duty class |
| F Additional information | S Duty factor |
| G Phase; Type of current; Frequency | T Product weight |
| H Rated voltage | U Locked rotor code letter |
| I Thermal protection | V Power factor |
| J Thermal class | X Max. ambient temperature |
| K Rated shaft power | Y Notified body. Only for EN-approved Ex-products |
| L International standard | Z Read Installation Manual |
| M Degree of protection | |

Safety precautions

This manual contains basic information on the installation, operating and maintenance and should be followed carefully. It is essential that these instructions are carefully read before installation or commissioning by both the installation crew as well as those responsible for operation or maintenance. The operating instructions should always be readily available at the location of the unit.

Safety symbols



DANGER!
Is used when there will be a risk to cause severe injury to people, death or considerable damage to property.



WARNING!
Is used when there can be a risk to cause severe injury to people, death or considerable damage to property.



CAUTION!
Is used when there will be or is a risk to cause smaller injury to people, or smaller damage to property.

NOTE!
Is used to pay attention to installation, use, operation or service information that is important but not involved with any risk.

Following symbols are used in this manual:



For electrical related warnings.



For all other warnings.

Precautionary measures

In order to minimize the risk of accident in connection with service work, the following rules should be followed:

1. Before starting work on the pump, make sure that the pump is isolated from the power supply and cannot be energized.
2. Bear in mind the risk of accidents. Make sure that the machine or parts of the machine cannot roll or fall over and injure people or damage property.
3. Make sure that the lifting equipment can handle the weight you want to lift and that it is in good condition.
4. Don't work under suspended load.
5. Carry out the work on a sturdy workbench.
6. Bear in mind the danger of electrical accidents.
7. Check that tools and other equipment are in good condition.
8. Bear in mind health hazards. Observe strict cleanliness.
9. When carrying out repair work take care to avoid injury by cutting or pinching.
10. Make sure you have a first-aid box near at hand.

Follow all other health and safety regulation, local codes and ordinances.

Safety regulations for the owner/operator

All government regulations, local health and safety codes shall be complied with.

All dangers due to electricity must be avoided (for details consult the regulations of your local electricity supply company).

Unilateral modification and spare parts manufacturing

Modifications or changes to the unit/installation should only be carried out after consulting with ITT Flygt.

Original spare parts and accessories authorized by the manufacturer are essential for compliance. The use of other parts can invalidate any claims for warranty or compensation.

Recycling

Local and/or private laws and regulations regarding recycling must be followed. If there are no laws or regulations, or the product is not accepted by an authorized recycling company, the product or its parts can be returned to the nearest Flygt sales company or service workshop.

Product description

Applications

BS/KS 2630.180 and BS/KS 2640.180 are intended to be used for:

- pumping of water which may contain abrasive particles.

The pumps are available in the following versions:

2630.180

MT = medium-head version

MT = medium-head version, clog resistant (KS)

HT = high-head version

2640.180

MT = medium-head version

MT = medium-head version, clog resistant (KS)

HT = high-head version

Liquid temperature: standard version, max. 40°C (104°F). Warm liquid version, max 70°C (158°F) .

Liquid density: max. 1100 kg/m³ (9.2 lb per US gal.).

The pumped liquid may contain particles up to a size which corresponds to the openings in the strainer (188 holes @ 8 × 20 mm).

The pH of the pumped liquid: 5 – 8.

Depth of immersion: max. 20 m (65 ft).

For other applications contact your nearest ITT Flygt representative for information.



WARNING!

The pump may not be used in an explosive or flammable environment or for pumping flammable liquids.



WARNING!

The machine is not to be installed in locations classified as hazardous in accordance with the national electric code, ANSI/NFPA 70-1990



WARNING!

If the pump run dry or snore, the pump surface and the surrounding liquid may be hot. Bear in mind the risk of burn injuries.

Motor data 2630.180

Motor type: Squirrel-cage 3-phase induction motor for 50 Hz and 60 Hz markets.

3~ 50 Hz, 2855 r/min
Rated output: 3.7 kW

Voltage V	Rated current A	Starting current A
220 D	13	80
230 D	13	84
240 D	13	88
380 D	7.4	45
400 D	7.3	49
415 D	6.9	43
440 D	6.9	46
500 D	6.0	40
550 D	5.3	34
660 Y	4.3	26
690 Y	4.2	28
1000 Y	2.9	19

3~ 60 Hz, 3480 r/min
Rated output: 4.4 kW (5.9 hp)

Voltage V	Rated current A	Starting current A
200 D	17	127
208 D	17	133
220 D	15	104
220 Y//	15	103
230 D	15	109
230 Y//	15	110
240 D	15	115
240 Y//	15	114
380 D	8.7	63
400 D	8.7	67
440 D	7.3	49
440 Yser	7.4	52
460 D	7.1	53
460 Yser	7.3	54
480 D	7.1	54
480 Yser	7.5	57
575 D	5.8	43
600 D	5.9	45

Motor data 2640.180

Motor type: Squirrel-cage 1- or 3-phase induction motor for 50 Hz and 60 Hz markets.

3~ 50 Hz, 2895 r/min
Rated output: 5.6 kW

Voltage V	Rated current A	Starting current A
220 D	19	123
230 D	19	129
240 D	19	135
380 D	11	73
400 D	11	78
415 D	10	67
440 D	10	71
500 D	8.7	59
550 D	7.9	55
660 Y	6.4	43
690 Y	6.3	45
1000 Y	4.3	30

3~ 60 Hz, 3490 r/min
Rated output: 6.6 kW (8.9 hp)

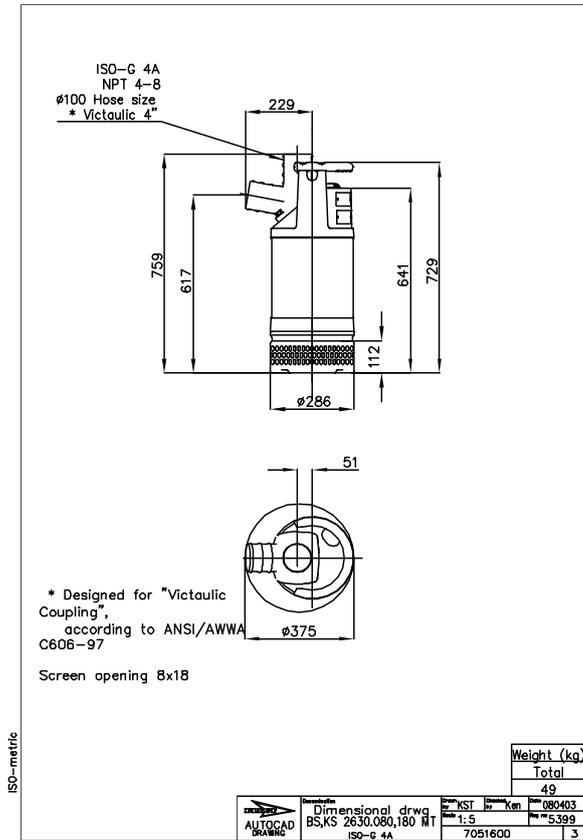
Voltage V	Rated current A	Starting current A
200 D	24	185
208 D	24	194
220 D	22	159
220 Y//	22	158
230 D	21	167
230 Y//	22	166
240 D	21	175
240 Y//	22	174
380 D	13	101
400 D	13	107
440 D	11	80
440 Yser	11	79
460 D	11	84
460 Yser	11	83
480 D	11	88
480 Yser	11	87
575 D	8.5	64
600 D	8.4	67

1~ 60 Hz, 3475 r/min
Rated output: 4.5 kW (6.0 hp)

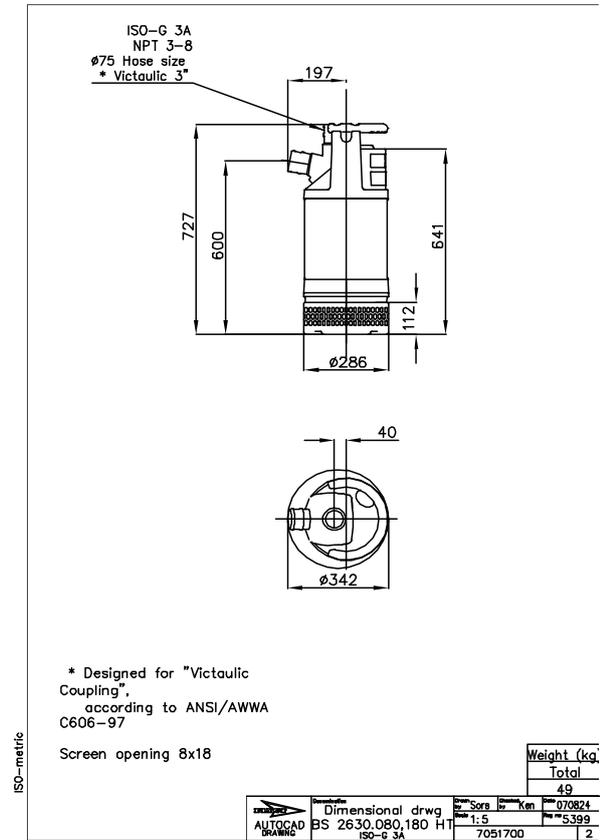
Voltage V	Rated current A	Starting current A
230	27	95

Dimensions and weights

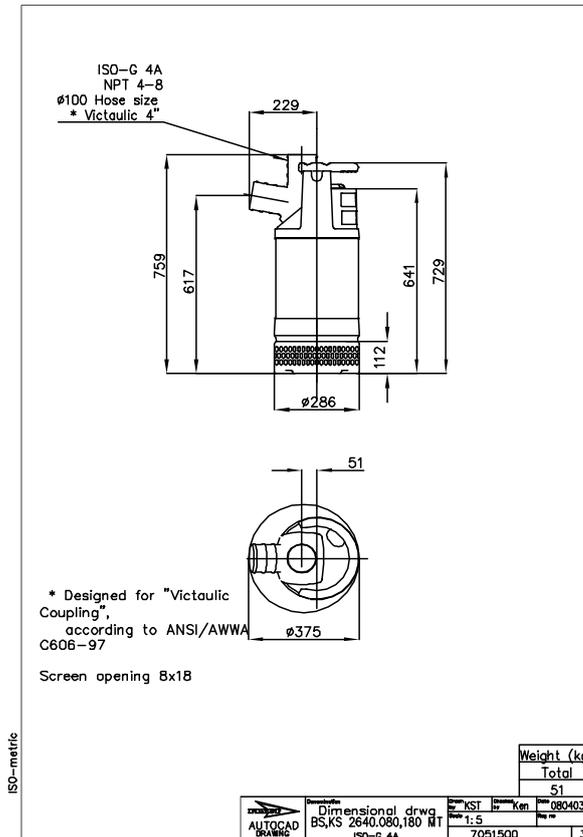
2630.180 MT



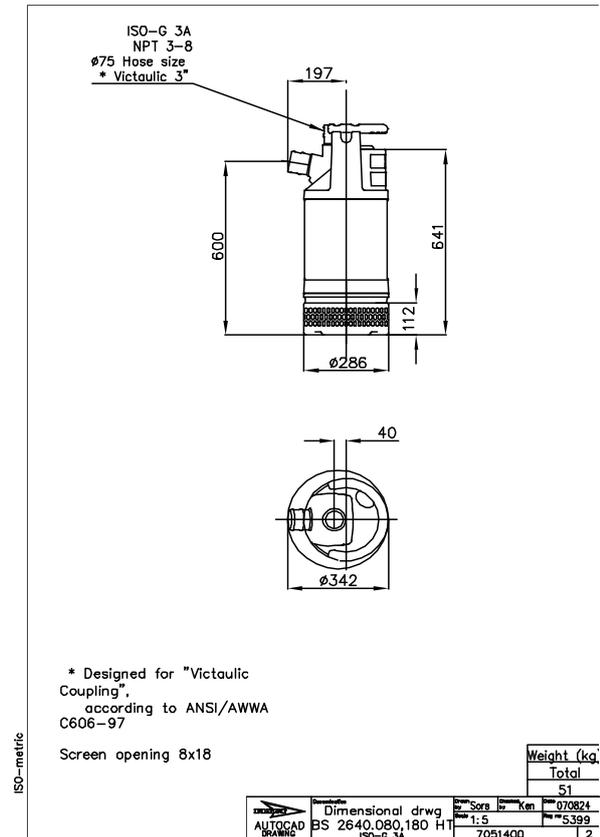
2630.180 HT



2640.180 MT



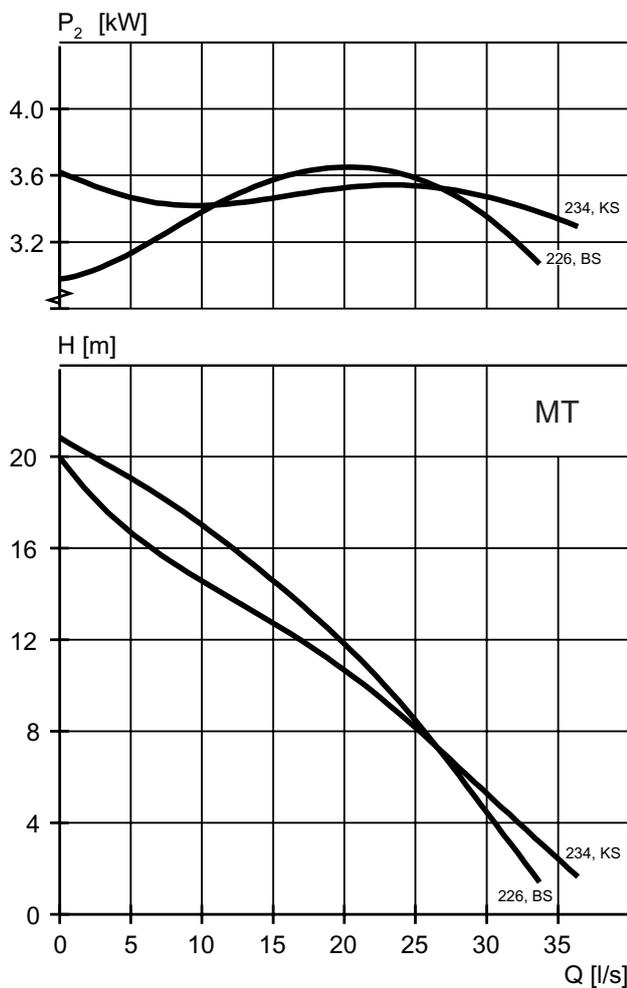
2640.180 HT



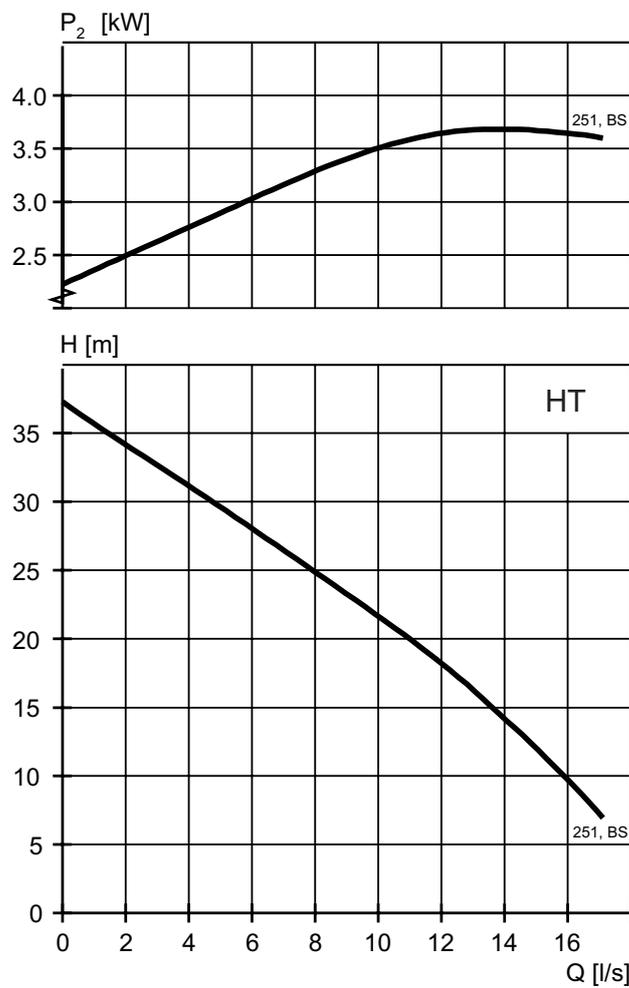
Performance curves

Each pump is tested in accordance with ISO 9906.

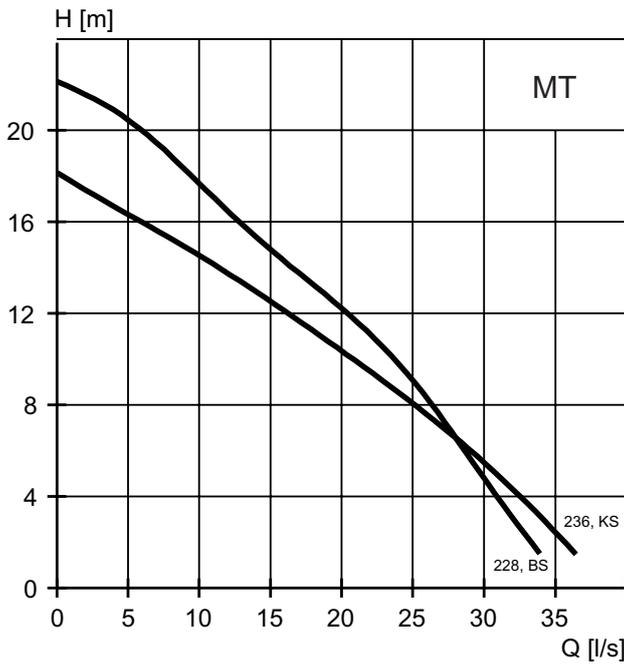
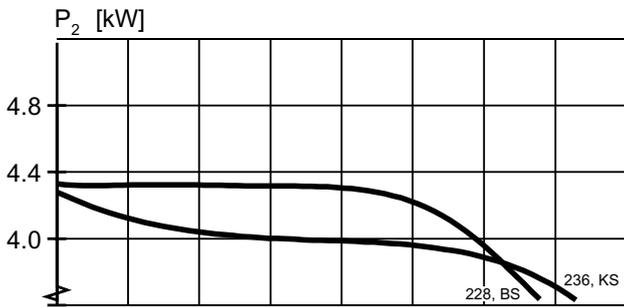
BS/KS 2630.180 MT, 50 Hz curves



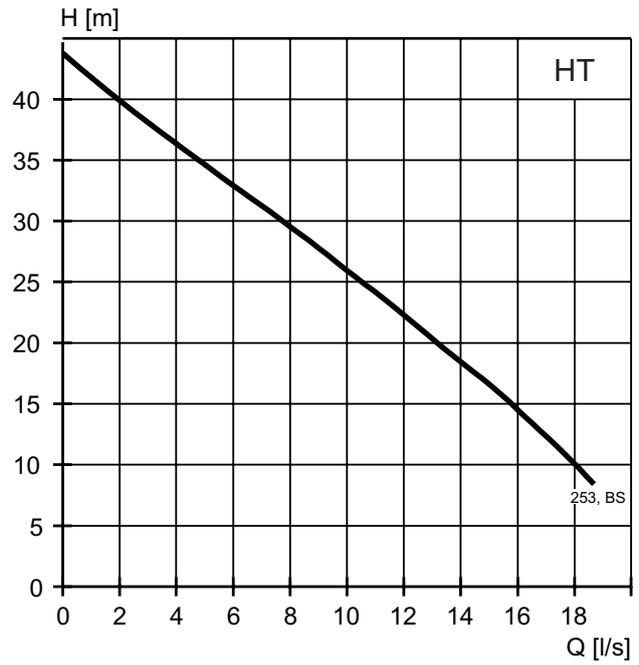
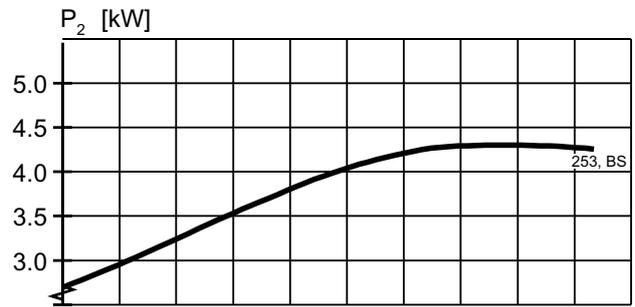
BS 2630.180 HT, 50 Hz curves



BS/KS 2630.180 MT, 60 Hz curves

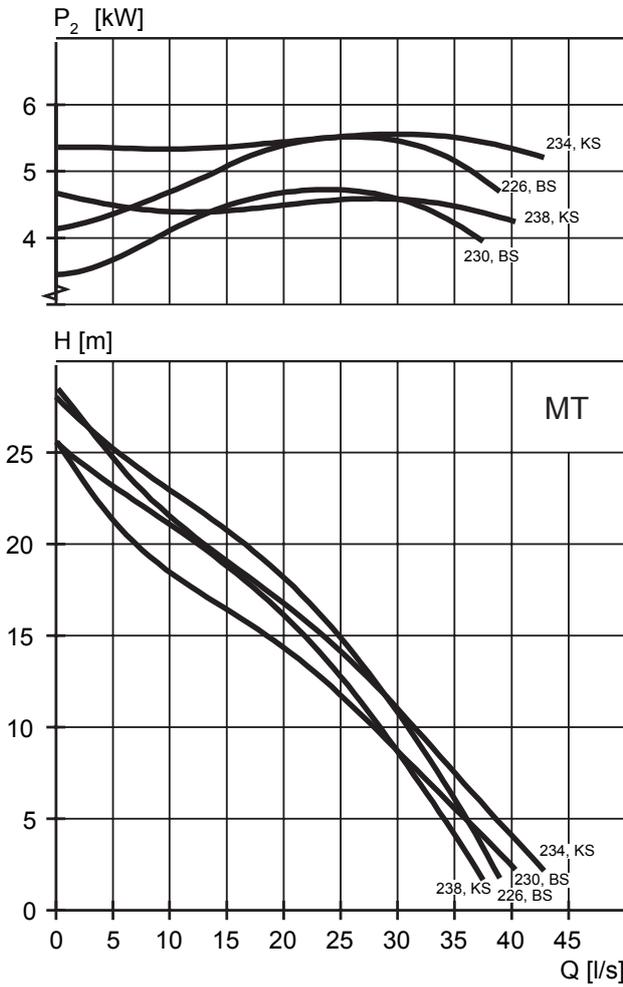


BS 2630.180 HT, 60 Hz curves

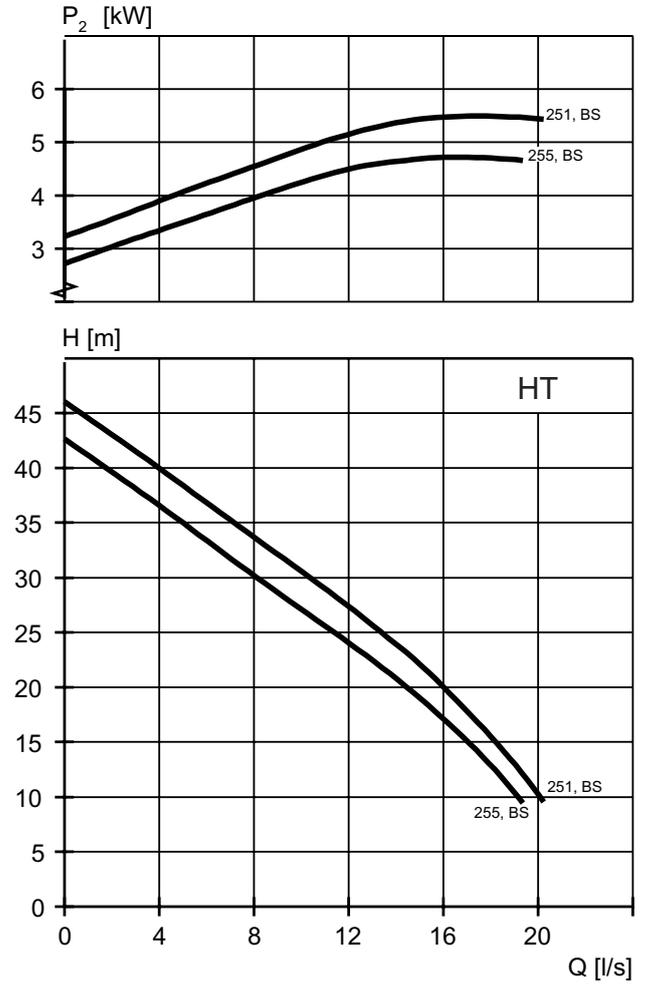




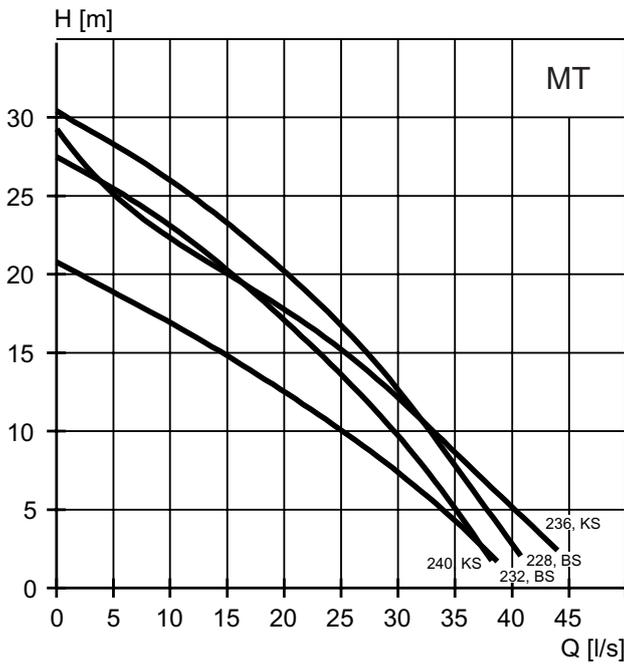
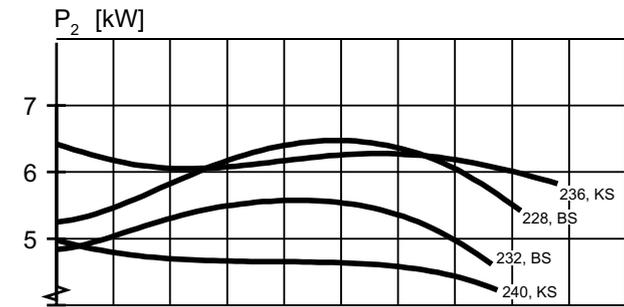
BS/KS 2640.180 MT, 50 Hz curves



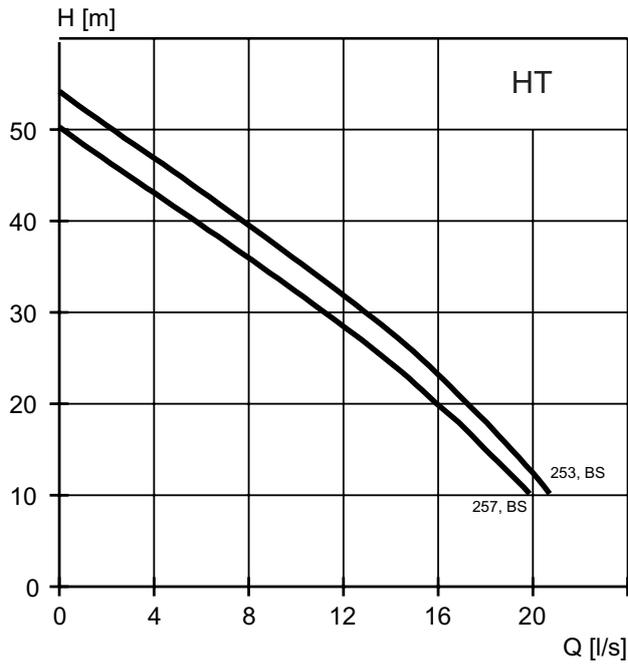
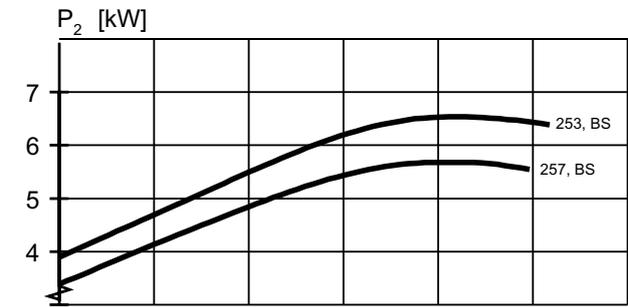
BS 2640.180 HT, 50 Hz curves



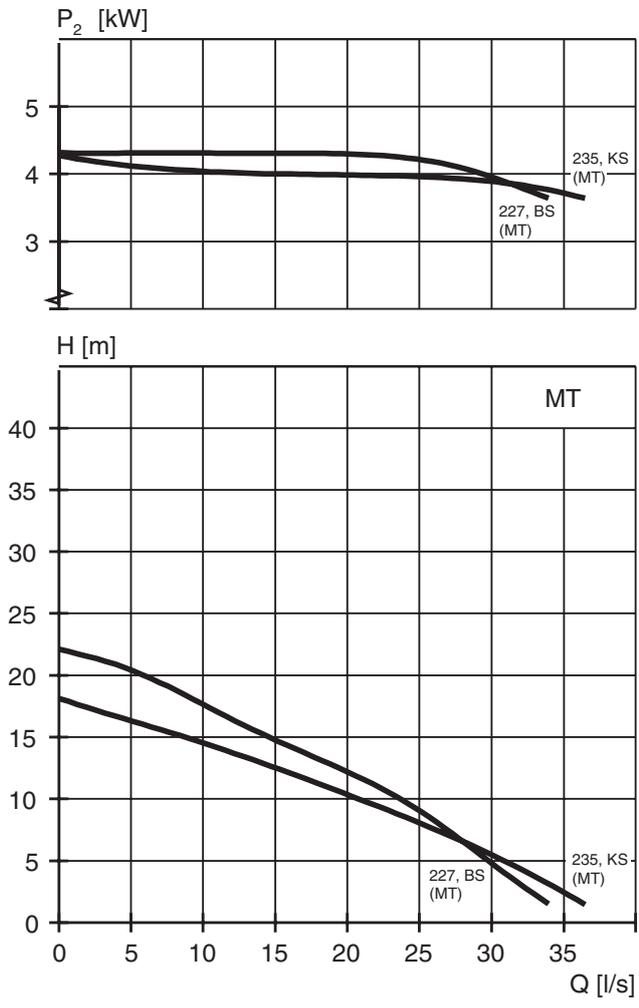
BS/KS 2640.180 MT, 60 Hz curves



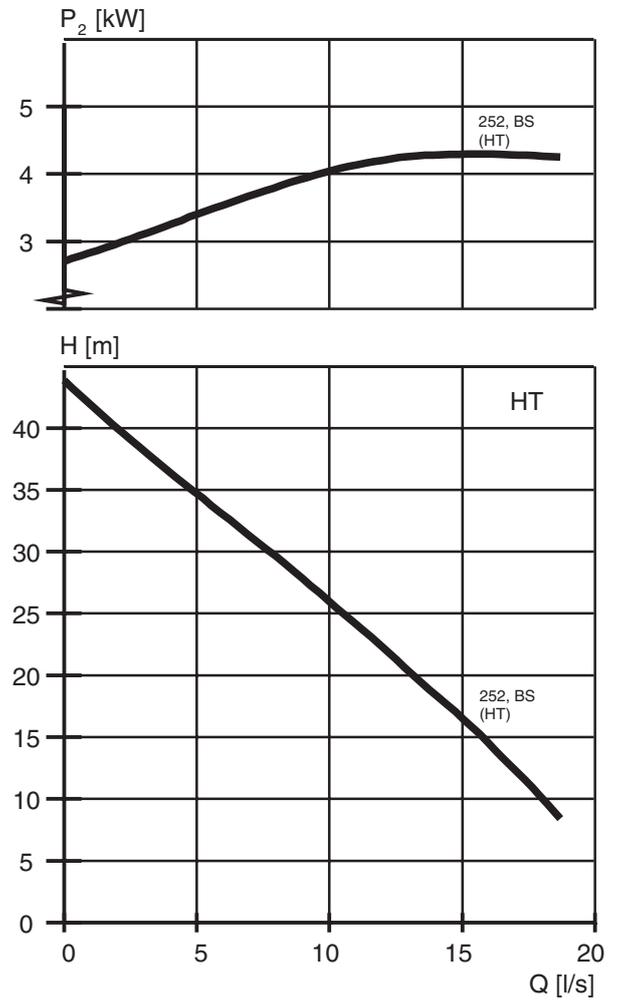
BS 2640.180 HT, 60 Hz curves



BS/KS 2640.180 MT, 60 Hz, 1~ curves



BS 2640.180 HT, 60 Hz, 1~ curves



Transportation and storage

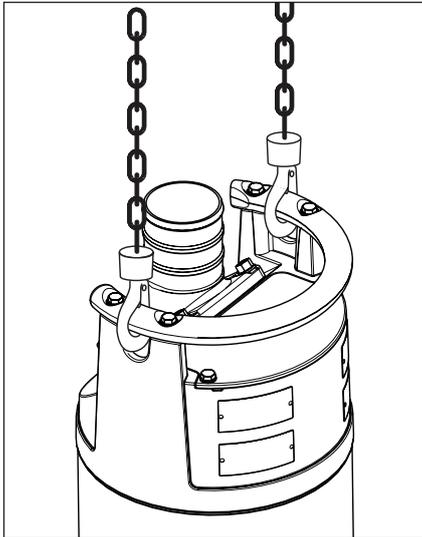
The pump may be transported and stored in a vertical or horizontal position. Make sure that it cannot roll or fall over.



WARNING!

The lifting handle is for manual lifting and handling of the pump only. Never lift the pump by the motor cable or hose.

If mechanical lifting is used and where shock loads may be expected, use only the lifting eye positions as illustrated.



WARNING!

Before starting to work on the pump or moving the pump, make sure that the pump is isolated from the power supply and cannot be energized.

The pump is frostproof as long as it is operating or is immersed in the liquid. If the pump is taken up when the temperature is below freezing, the impeller may freeze. The pump shall be operated for a short period after being taken up in order to expel all remaining water.

A frozen impeller can be thawed by allowing the pump to stand immersed in the liquid for a short period before it is started. Never use a naked flame to thaw the pump.

For longer periods of storage, the pump must be protected against moisture and heat. The impeller should be rotated by hand occasionally (for example every other month) to prevent the seals from sticking together. If the pump is stored for more than 6 months, this rotation is mandatory.

After a long period of storage, the pump should be inspected before it is put into operation. Pay special attention to the seals and the cable entry.

Follow the instructions under the heading "Before starting".

Installation

Pump installation

Run the cables so that they do not have any sharp bends and are not pinched.

Connect the discharge connection and motor cable. See "Electrical connections".

Lower the pump into the sump.

Place the pump on a base which will prevent it from sinking into a soft sump bottom. Alternatively, the pump can be suspended by its lifting handle just above the sump bottom.



NOTE!

Where required by local authorities an acceptable motor-circuit switch or other disconnecting device shall be provided at the time of installation.



NOTE!

At certain installations and operation points on the pump curve the noise level 70 dB, noise level specified for the actual pump, can be exceeded.

Electrical connections



WARNING!

All electrical equipment must be earthed (grounded). This applies to both pump equipment and any monitoring equipment. Failure to heed this warning may cause a lethal accident. Make sure that the earth (ground) lead is correctly connected by testing it.



WARNING!

If the pump is equipped with automatic level control or contactor unit, there is a risk of sudden restart.



WARNING!

Bear in mind the risk of electrical shock if the electrical connections are not correctly carried out or if there is fault or damage on the pump.



NOTE!

Make sure that the monitoring equipment incorporated in the product is correctly connected.

All electrical work shall be carried out under the supervision of an authorized electrician.

Local codes and regulations shall be complied with.

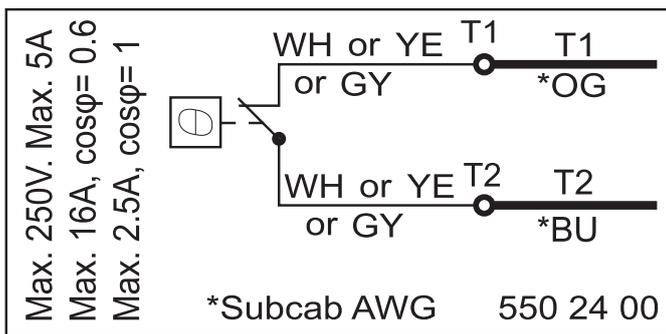
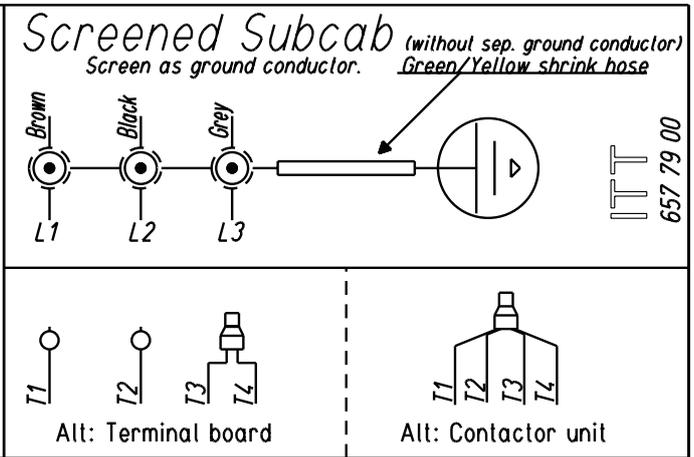
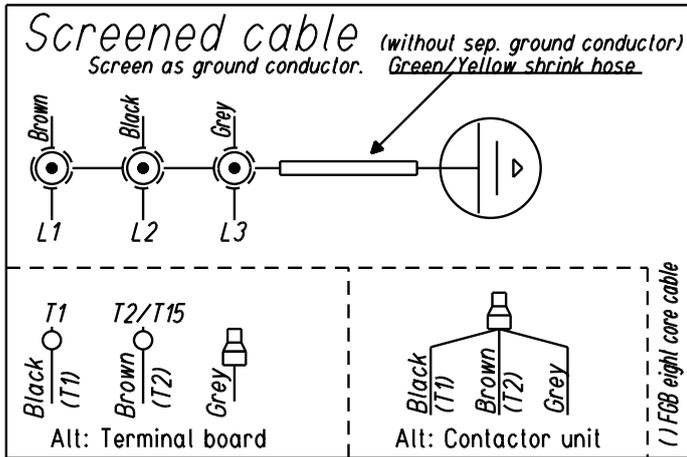
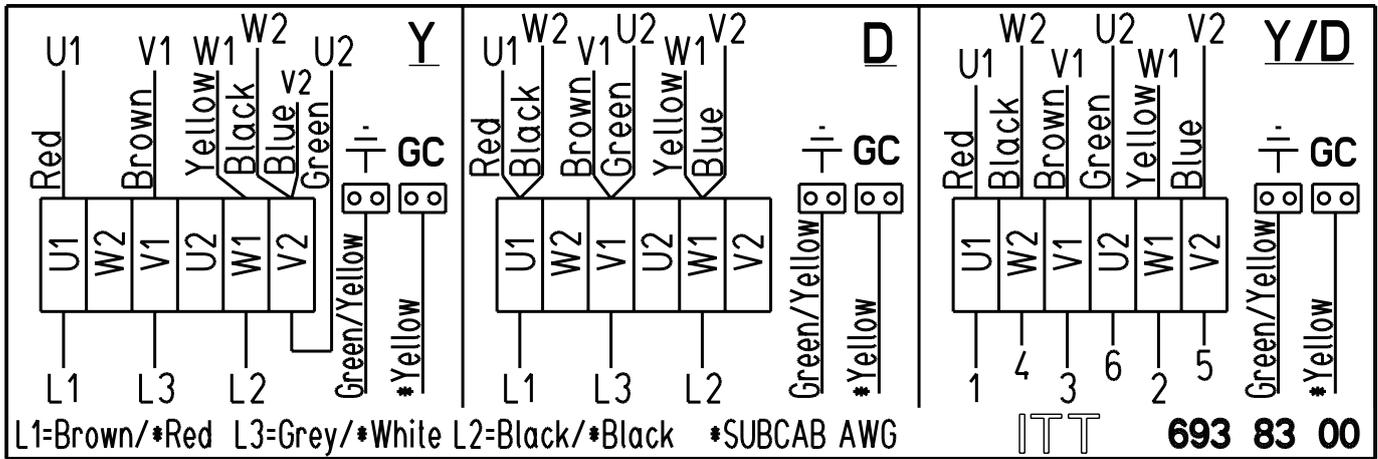
Check that the mains voltage and frequency agree with the specifications on the pump data plate.

NOTE! For safety reasons, the earth (ground) lead should be approx. 200 mm (7.9") longer than the phase and monitoring leads. If the motor cable is jerked loose by mistake, the earth (ground) lead should be the last lead to come loose from its terminal. This applies to both ends of the cable.

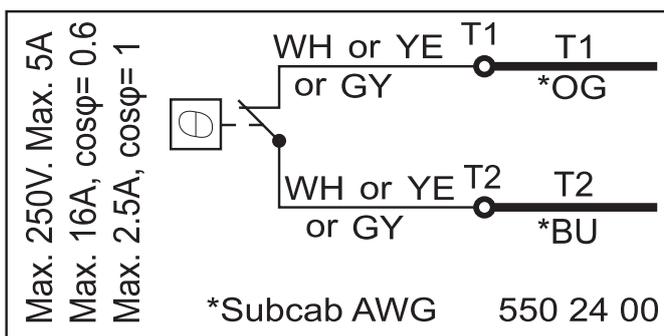
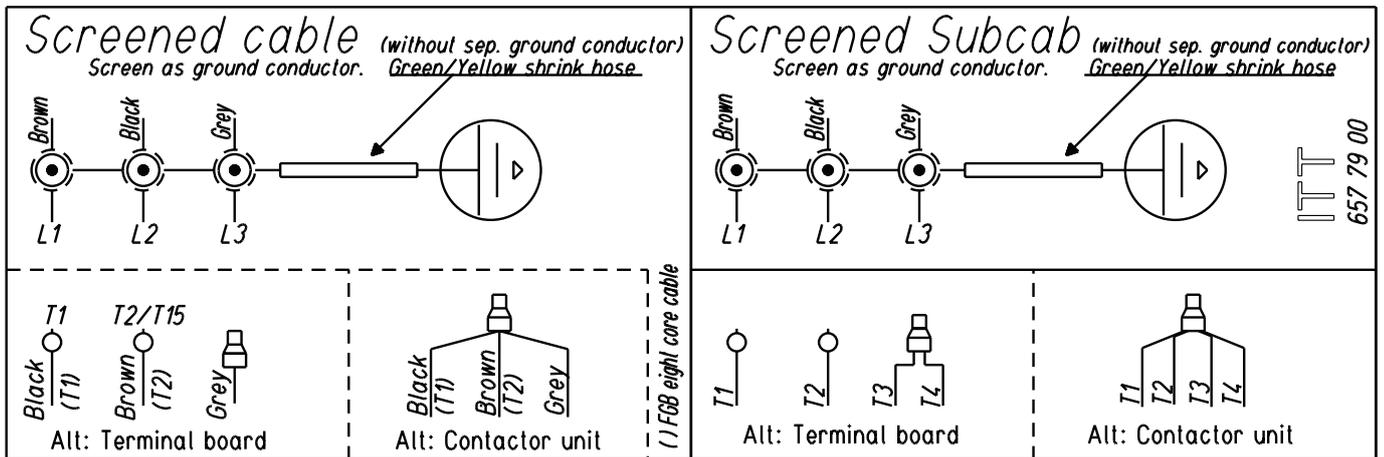
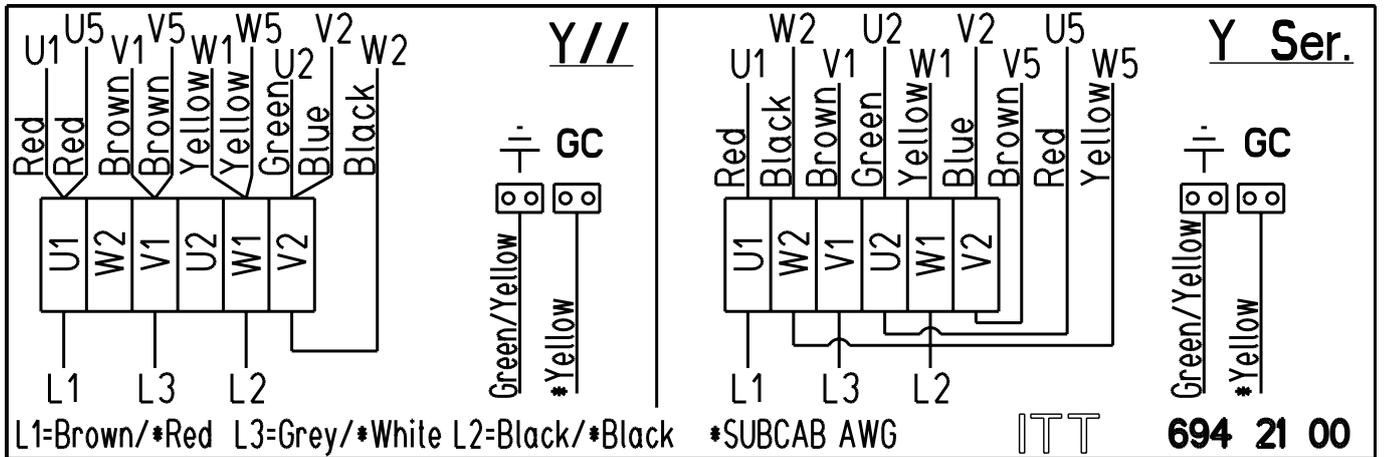
Make sure that the pump is correctly earthed (grounded).

When the pump is connected to the public mains it may cause flicker of incandescent lamps when starting. In this case the supply authority should be notified before installing the pump.

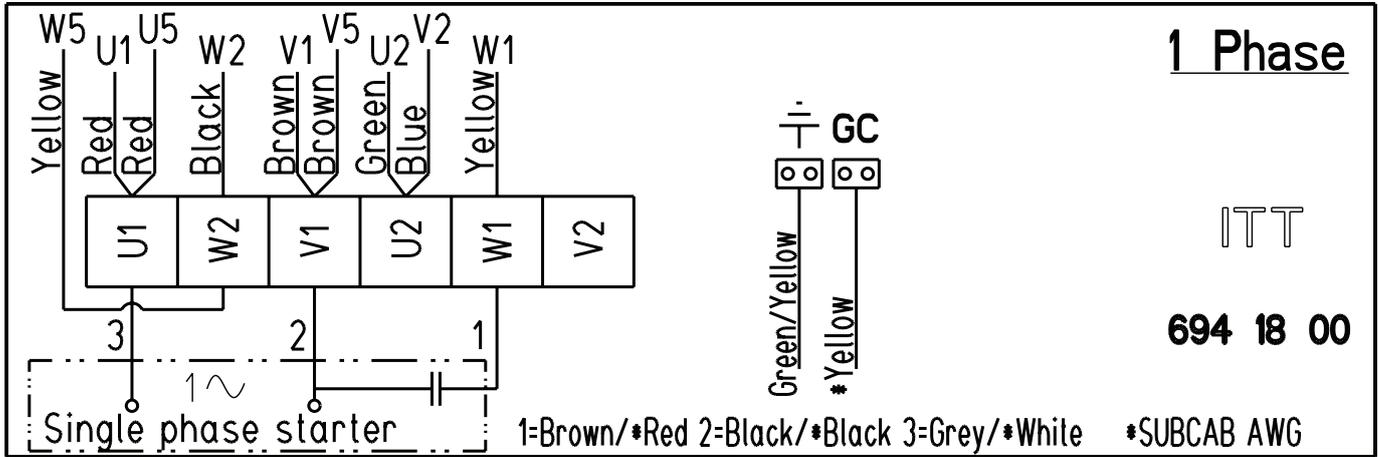
**SUBCAB® 4GX/SUBCAB® AWG,
6-leads, Y, D or Y/D with terminal board**



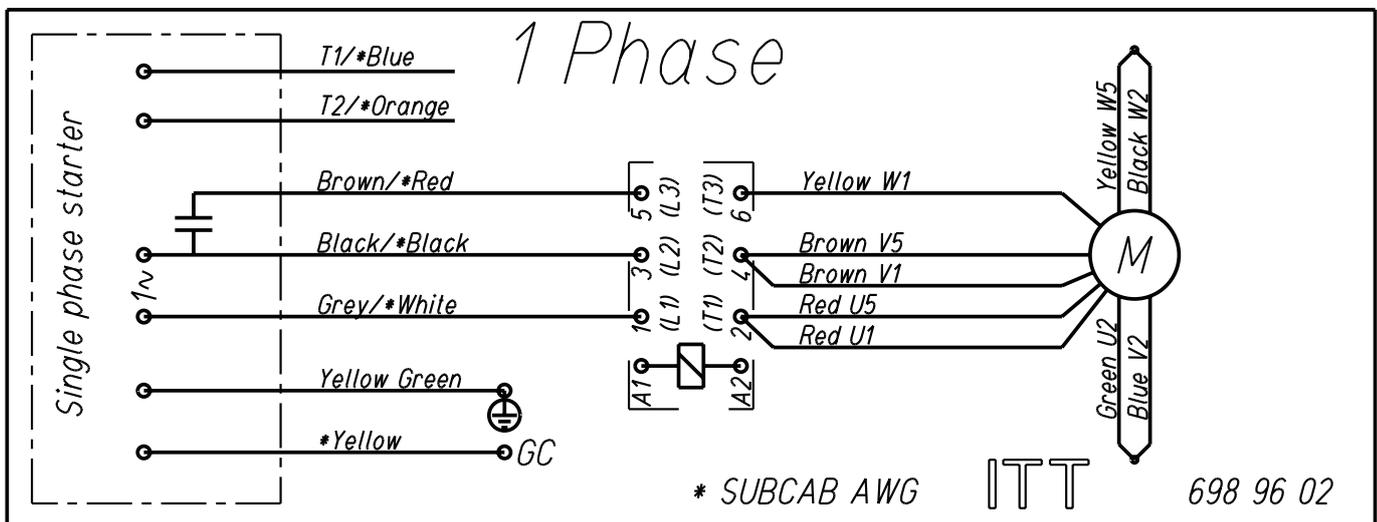
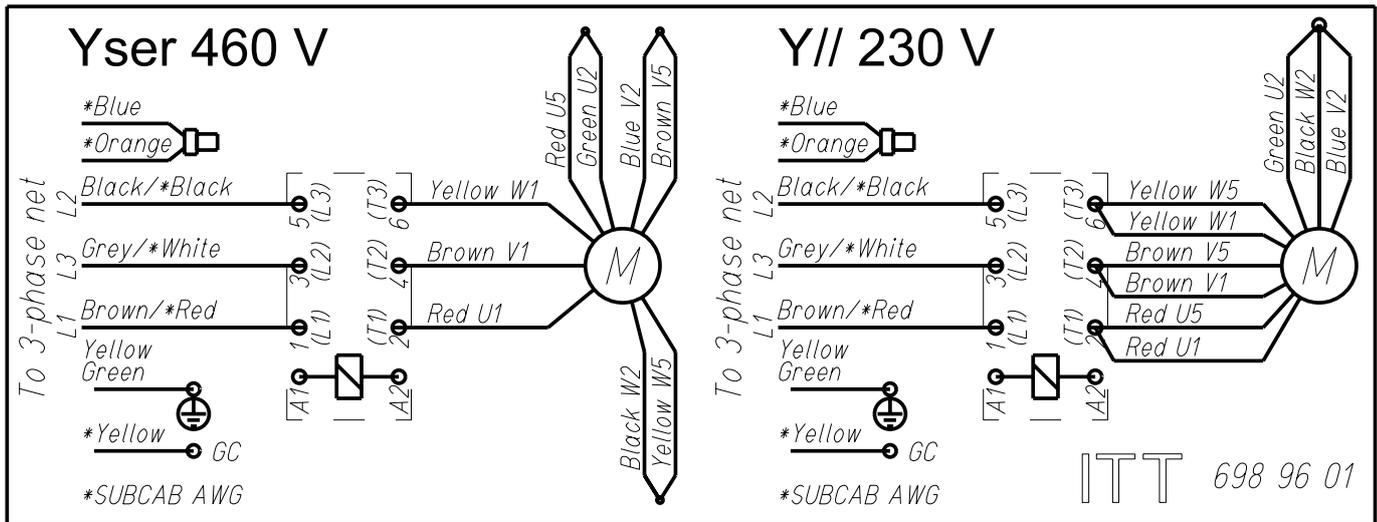
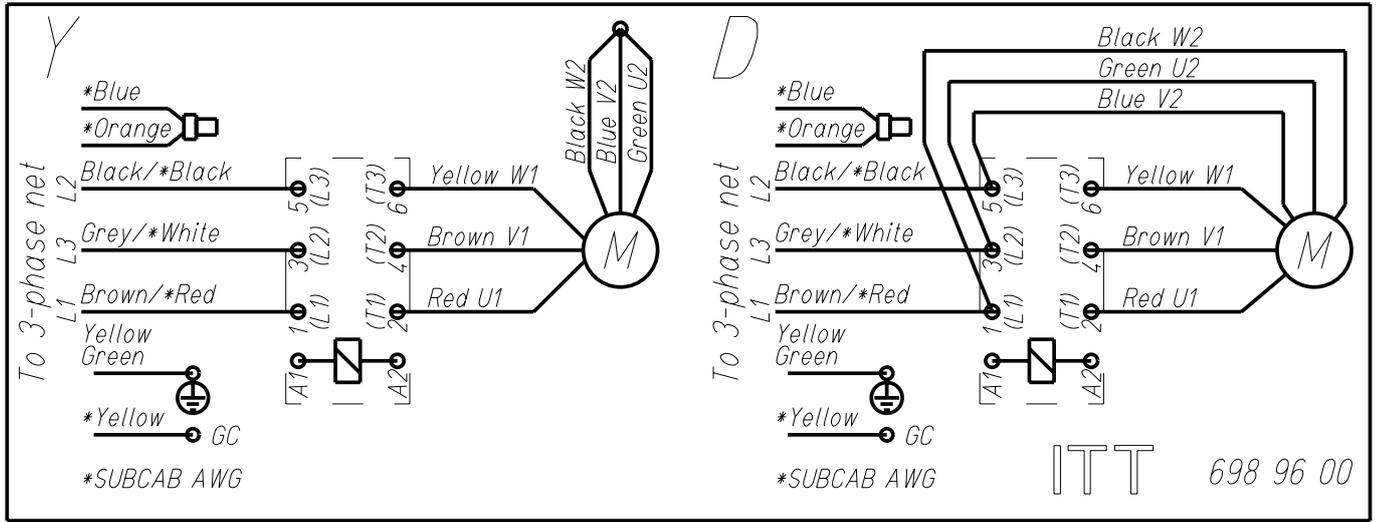
**SUBCAB® 4GX/SUBCAB® AWG,
6-leads, Y// or Yser with terminal board**

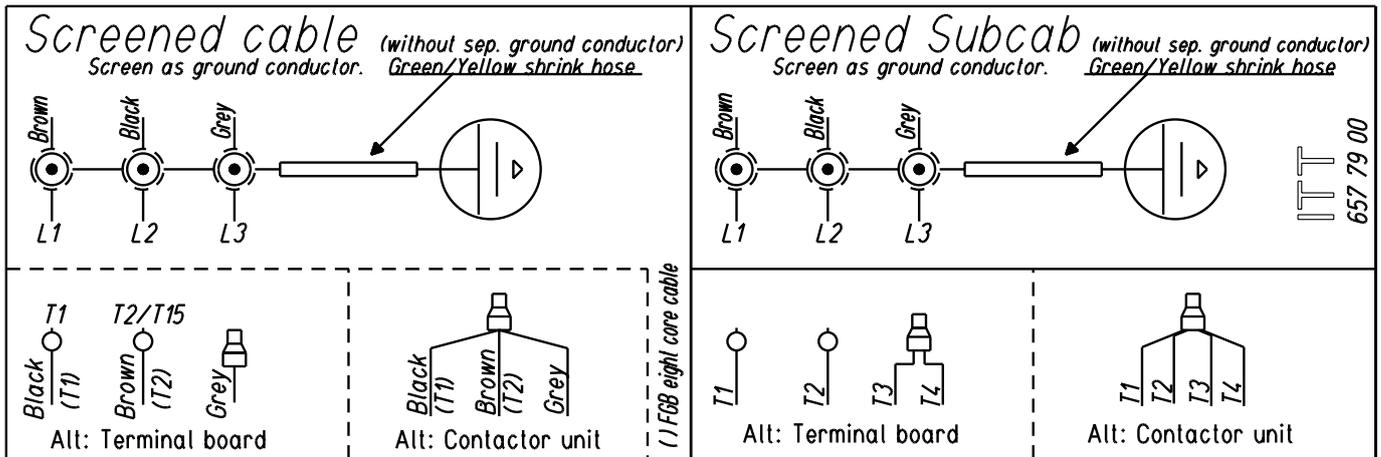


**SUBCAB® 4GX/SUBCAB® AWG, 1~
6-leads, Y or D with terminal board**

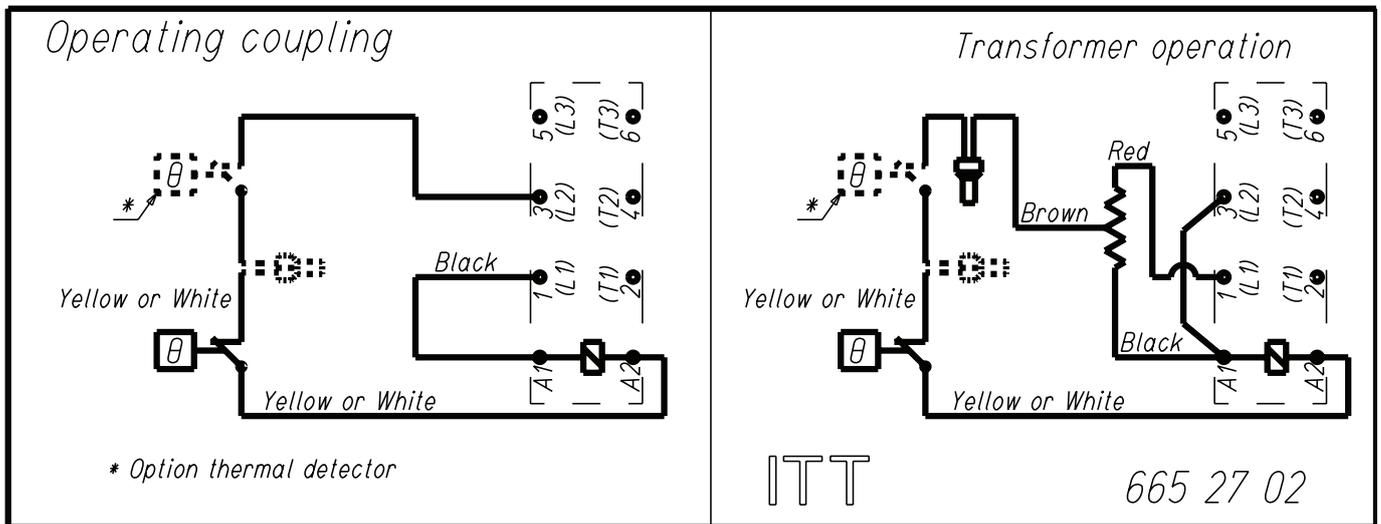


Contactor unit connection

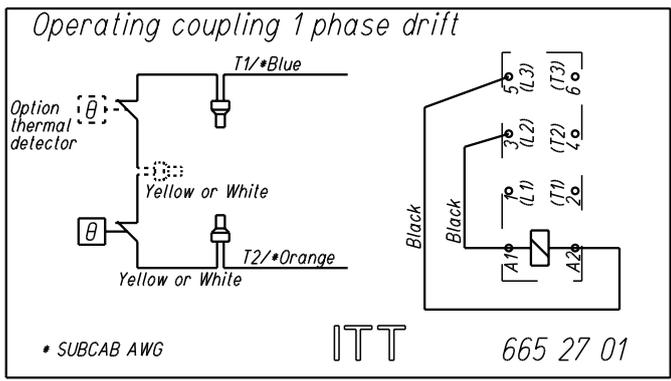




ITT
657 79 00



ITT
665 27 02



ITT
665 27 01



NOTE!

The thermal contacts in the winding are CSA approved only for 250 V and below. For other voltages when CSA approval is required a transformer is used to reduce the voltage over the thermal contacts.

As a consequence the transformer has to be disconnected when the connection is changed from 440-460 V Yser to 220-240 V Y// or to 230 V single phase. If the change is done from 220-240 V Y// or 230 V single phase to 440-460 V Yser the transformer has to be connected. This is done according to drawing 665 27 00 and 665 27 01. Motor cables are changed according to 698 06 01 and 698 96 02.

Operation

Before starting

Check the oil level in the oil casing.

Remove the fuses or open the circuit breaker and check that the impeller can be rotated by hand.

Check that the monitoring equipment (if any) works.

Check the direction of rotation. The impeller shall rotate clockwise, as viewed from above. When started, the pump will jerk in the opposite direction to the direction in which the impeller rotates. See the figure.



WARNING!

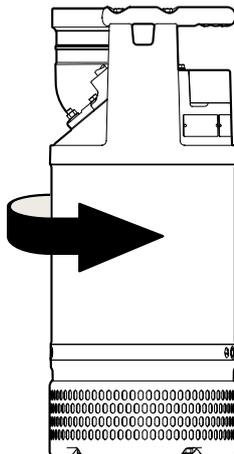
Watch out for the starting jerk, which can be powerful.



WARNING!

Always lift the pump by its carrying handle or lifting eyes, never by the motor cable or the hose.

Starting jerk



Care and maintenance

Safety precautions

**WARNING!**

Before starting to work on the pump or moving the pump, make sure that the pump is isolated from the power supply and cannot be energized.

**WARNING!**

Make sure that the pump cannot roll or fall over and injure people or damage property

Inspection

Regular inspection and preventive maintenance ensure more reliable operation.

The pump should be inspected at least twice a year, more frequently under severe operating conditions.

Under normal operating conditions, the pump should have a major overhaul in a service shop once a year.

This requires special tools and should be done by an authorized service shop.

When the pump is new or when the seals have been replaced, inspection is recommended after one week of operation.

Service contract

ITT Flygt or its agent offers service agreements in accordance with a preventive maintenance plan. For further information, please contact your ITT Flygt representative

Recommended inspections:

Inspection of	Action
Visible parts on pump and installation	Replace or fix worn and damaged parts. Make sure that all screws, bolts and nuts are tight.
Pump casing and impeller	Replace worn parts if they impair function.
Condition of the oil	A check of the condition of the oil can show whether there has been an increased leakage. Note! Air/oil mixture can be confused with water/oil mixture. Insert a tube (or hose) into the oil hole. Cover the top end of the tube and take up a little oil from the bottom. Change the oil if it contains too much water. See "Changing the oil". Check again one week after changing the oil. If the oil contains too much water again, the fault may be: <ul style="list-style-type: none"> — that an oil screw is not sufficiently tight. — that the O-ring on an oil screw or its sealing surface is damaged. — that the mechanical seal is damaged. Contact a ITT Flygt service shop.
Oil quantity	0.94 litres



WARNING!

If the seal leaks, the oil casing may be under pressure. Hold a rag over the oil casing screw in order to prevent splatter. See "Safety precautions" for additional information.

Liquid in the inspection chamber



WARNING!

If there has been leakage, the stator casing may be under pressure. Hold a rag over the inspection screw to prevent splatter. See "Safety precautions" for additional information.

Lay the pump on its side.

Tilt the pump so that any liquid in the inspection chamber can run out through the hole.

If there is water in the stator casing, the cause may be:

- that the inspection screw is not sufficiently tight.
- that the O-ring on the inspection screw or its sealing surface is damaged.
- that an O-ring is damaged.
- that the cable entry is leaking.

If there is oil in the inspections chamber, the cause may be:

- that the inner mechanical seal is damaged. Contact a ITT Flygt service shop.



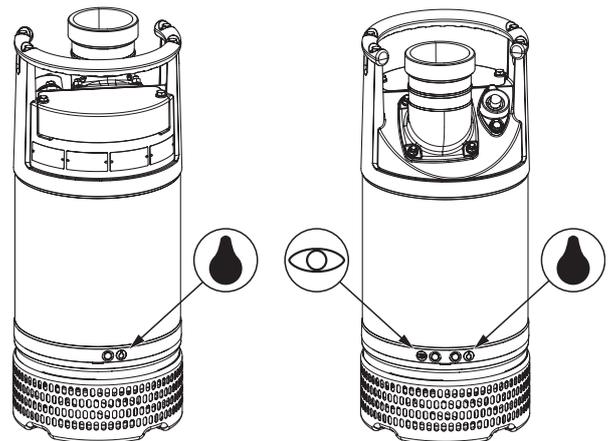
Recommended inspections:

Inspection of	Action
Cable entry	Make sure that the cable clamps are tight. If the cable entry leaks: <ul style="list-style-type: none">— check that the entry is firmly tightened into its bottom-most position.— cut a piece of the cable off so that the seal sleeve closes around a new position on the cable.— replace the seal sleeve.— check that the seal sleeve and the washers conform to the outside diameter of the cables.
Cables	Replace the cable if the outer jacket is damaged. Make sure that the cable do not have any sharp bends and are not pinched.
Starter equipment	If faulty, contact an electrician.
Rotation direction of pump (requires voltage)	Transpose two phase leads if the impeller does not rotate clockwise as viewed from above. Rotation in the wrong direction reduces the capacity of the pump and the motor may be overloaded. Check the direction of rotation, during non-load every time the pump is reconnected.
Pipes, valves and other peripheral equipment	Repair faults and notify supervisor of any faults or defects.
Insulation resistance in the stator	Contact a ITT Flygt service shop.

Explanation of symbols

 = Oil screw

 = Inspection plug



Changing the oil

Lift the pump horizontally with an overhead crane and place on relief table.

Turn the pump so that one of the oil screws faces downwards. Lock the pump with a support preventing it from rolling over.

Unscrew the oil screw.



WARNING!

If the seal leaks, the oil casing may be under pressure. Hold a rag over the oil casing screw in order to prevent splatter. See "Safety precautions" for additional information.

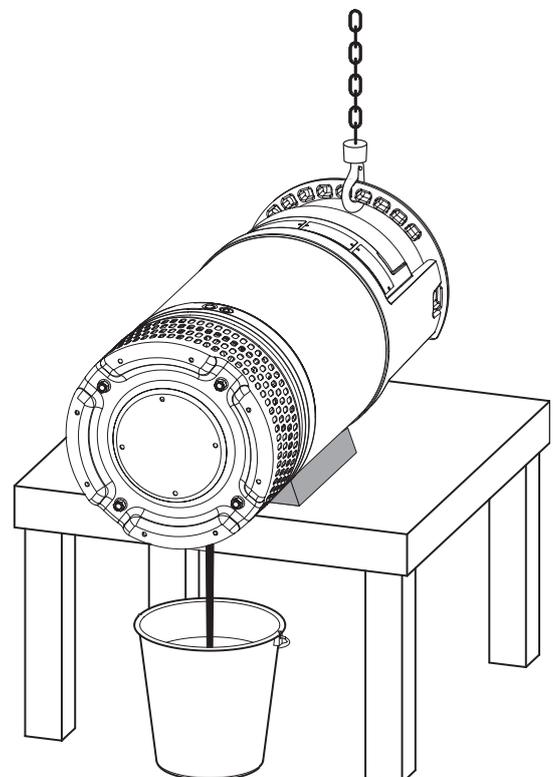
It is easier to drain the oil if the other oil screw is also removed.

Fill up with new oil.

A paraffin oil with viscosity close to ISO VG32 is recommended. The pump is delivered from factory with this type of oil.

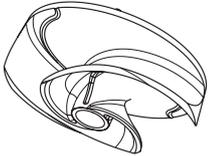
In applications where poisonous properties are of less concern, a mineral oil with viscosity up to ISO VG32 can be used.

Always replace the O-rings on the oil screws. Put the screws back and tighten them.

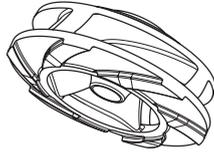


Removing the impeller

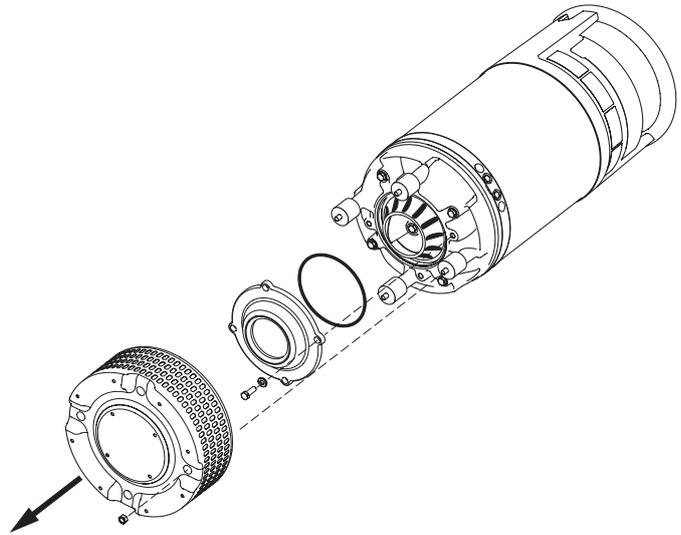
Clog resistant impeller



Wear resistant impeller

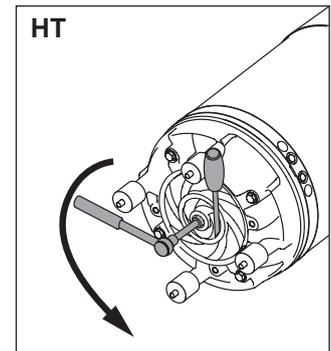
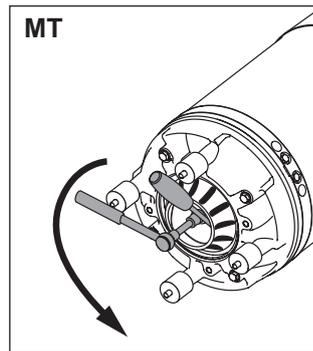


Remove the strainer, the suction cover and O-ring.



Lock the impeller with a screw driver or similar (L= min. 200 mm/7.9 inch), see fig. to prevent rotation of the impeller.

Loosen and remove the impeller screw and washer.

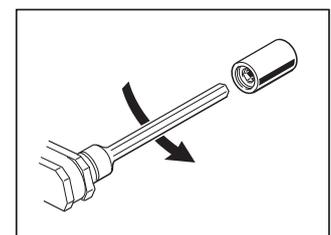
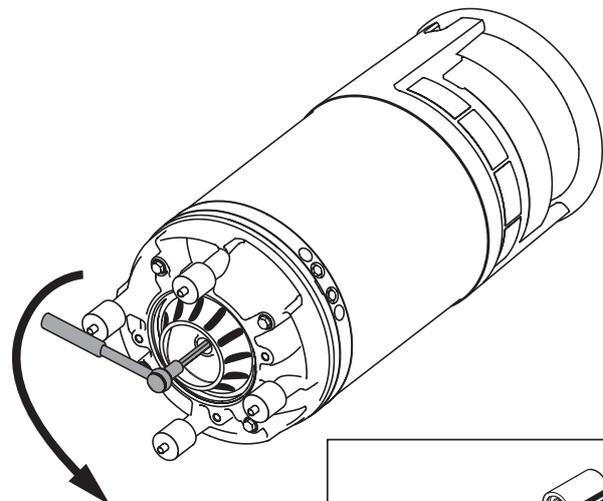


WARNING!

Worn impellers often have very sharp edges. Use protective gloves.

Using a 8 mm hexagon bit adaptor (allen socket) with a 100 mm (4") extension turn the adjustment screw counter clockwise until the impeller breaks free from the shaft.

Remove the impeller.



Installing the impeller and setting clearance

Make sure that the end of the shaft is clean and free from burrs. Polish off any flaws with fine emery cloth. Grease end of shaft, conical sleeve and the threads of the adjustment screw. The proper lubrication is normal grease green (90 20 54, 90 20 61), grease red (90 20 62, 90 20 64).

NOTE!

Remove surplus grease from conical and cylindrical surfaces of the shaft and the sleeve thoroughly.

Align the edge of the adjustment screw with the edge of the conical sleeve so that they are flush.

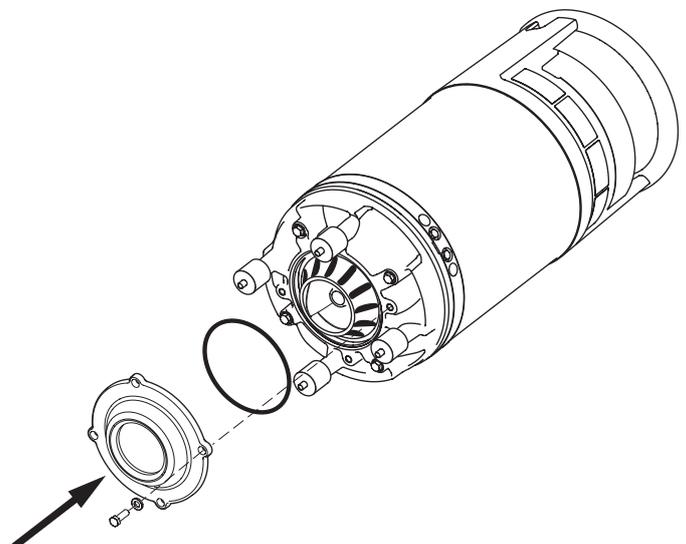
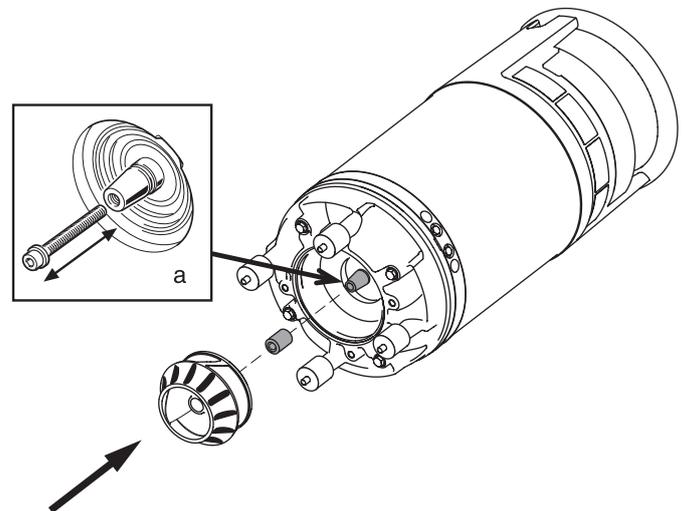
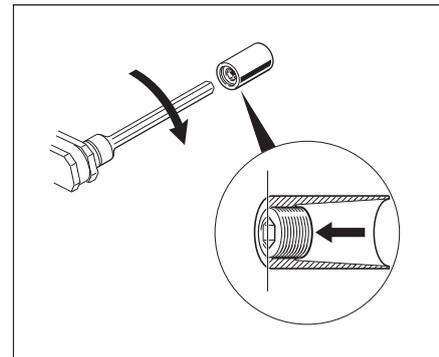
Grease the threads of the screw and the washer. The proper lubrication of the screw and washer is grease 90 20 59. This will get the most out of this joint.

Before assembly, check that the impeller screw is clean and easy to screw into the shaft end (a). This to prevent the shaft to rotate with the impeller screw. Assemble the conical sleeve and the impeller onto the shaft.

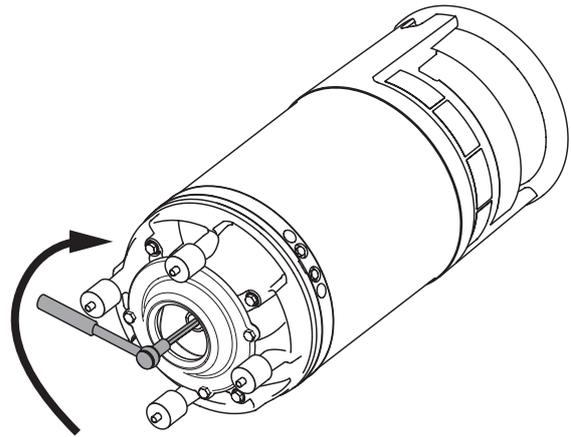
Mount the cover with its O-ring.

Tighten the screws, tightening torque 22 Nm (16.2 lbf-ft).

Make sure that the impeller rotates freely. If not, the adjustment screw and the conical sleeve has not been aligned and the shaft might have been displaced relative to the main bearing!



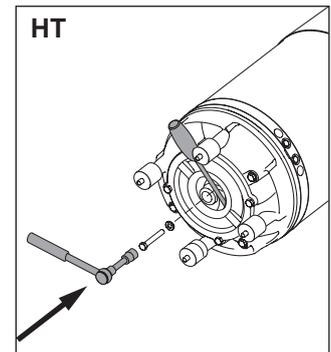
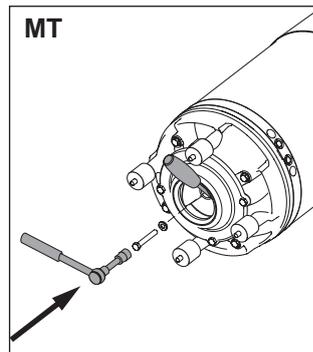
Turn the adjustment screw clockwise until the impeller makes contact with the suction cover. Tighten it further 1/8 turn, 45°. This will ensure the correct clearance between the impeller and the suction cover in the next step.



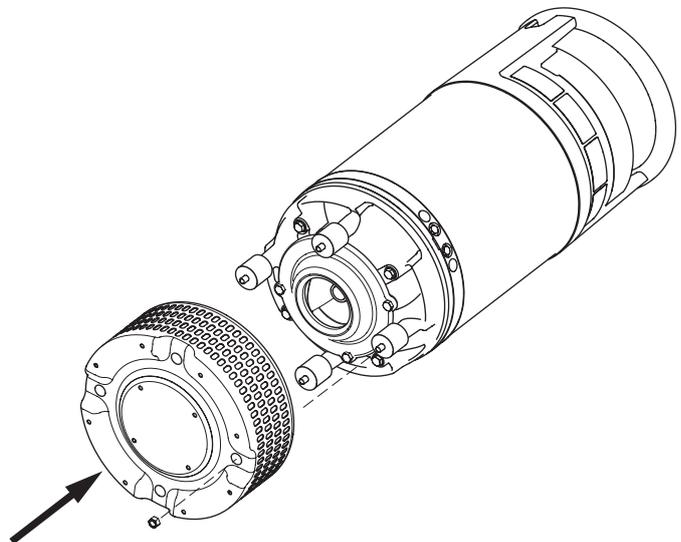
Lock the impeller with a screw driver or similar (L= min. 200 mm/7.9 inch), see fig. to prevent rotation of the impeller. Fit the washer and the greased impeller screw and tighten, torque to 22 Nm (16.2 lbf-ft).

Check that the impeller rotates freely.

When changing an impeller or after service, we recommend that the screw is first tightened to the prescribed torque and then turned **an additional 1/8 (45°) of a revolution**. The screw will be loaded to its yield point and the load capacity of the joint will be higher.



Mount the strainer and the nuts.





Tools

Most of the tools needed for servicing the pump are tools normally included in every serviceman's tool kit. However, there are some special tools exclusively for this pump type without which the servicing of the pump will be difficult and the pump can be very easily damaged.

Tools

Part No.	Denomination	Remarks
398 38 00	Mounting sleeve	Mechanical seal unit
608 23 02	Stand	Pump fixation
708 09 00	Mounting/dismantling tool	Main bearing

Service log

Most recent service date	Pump No.	Hours of operation	Remarks	Sign.



ITT

What can ITT Water & Wastewater do for you?

Integrated solutions for fluid handling are offered by ITT Water & Wastewater as a world leader in transport and treatment of wastewater. We provide a complete range of water, wastewater and drainage pumps, equipment for monitoring and control, units for primary and secondary biological treatment, products for filtration and disinfection, and related services. ITT Water & Wastewater, headquartered in Sweden, operates in some 140 countries across the world, with own plants in Europe, China and North and South America. The company is wholly owned by the ITT Corporation of White Plains, New York, supplier of advanced technology products and services.



SANITAIRE®

WEDECO





Installation, care and maintenance

BS 2670.180



Contents

Guarantee _____	2	Operation _____	14
Data plate interpretation _____	2	Care and maintenance _____	15
Safety precautions _____	3	Safety precautions _____	15
Product description _____	4	Inspection _____	15
Applications _____	4	Recommended inspections _____	16
Motor data _____	4	Changing the oil _____	18
Dimensions and weights _____	5	Removing the impeller _____	19
Performance curves _____	6	Installing the impeller and setting clearance _____	20
Transportation and storage _____	8	Tools _____	22
Installation _____	8	Service log _____	22
Electrical connections _____	9		

Guarantee

ITT Flygt undertakes to remedy faults in products sold by ITT Flygt provided:

- that the fault is due to defects in design, materials or workmanship;
- that the fault is reported to ITT Flygt or ITT Flygt's representative during the guarantee period;
- that the product is used only under conditions described in the care and maintenance instructions and in applications for which it is intended;
- that the monitoring equipment incorporated in the product is correctly connected;
- that all service and repair work is done by a workshop authorized by ITT Flygt;
- that genuine ITT Flygt parts are used.

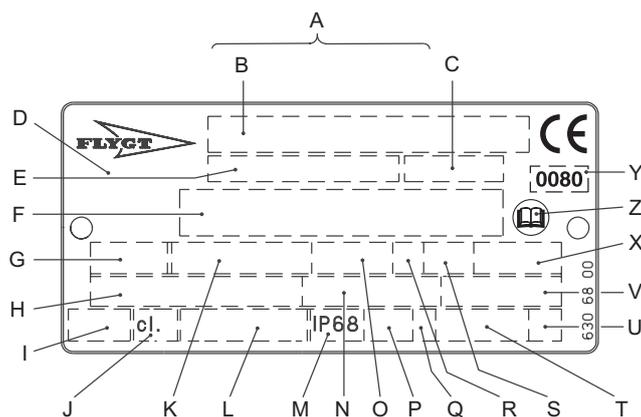
Hence, the guarantee does not cover faults caused by deficient maintenance, improper installation, incorrectly executed repair work or normal wear and tear.

ITT Flygt assumes no liability for either bodily injuries, material damages or economic losses beyond what is stated above.

ITT Flygt guarantees that a spare parts stock will be kept for 10 years after the manufacture of this product has been discontinued.

The manufacturer reserves the right to alter performance, specification or design without notice.

Data plate interpretation



Safety precautions

This manual contains basic information on the installation, operating and maintenance and should be followed carefully. It is essential that these instructions are carefully read before installation or commissioning by both the installation crew as well as those responsible for operation or maintenance. The operating instructions should always be readily available at the location of the unit.

Safety symbols

	<p>DANGER!</p> <p>Is used when there will be a risk to cause severe injury to people, death or considerable damage to property.</p>
---	--

	<p>WARNING!</p> <p>Is used when there can be a risk to cause severe injury to people, death or considerable damage to property.</p>
--	--

	<p>CAUTION!</p> <p>Is used when there will be or is a risk to cause smaller injury to people, or smaller damage to property.</p>
---	---

<p>NOTE!</p> <p>Is used to pay attention to installation, use, operation or service information that is important but not involved with any risk.</p>
--

Following symbols are used in this manual:

	For electrical related warnings.
---	----------------------------------

	For all other warnings.
---	-------------------------

Precautionary measures

In order to minimize the risk of accident in connection with service work, the following rules should be followed:

1. Before starting work on the pump, make sure that the pump is isolated from the power supply and cannot be energized.
2. Bear in mind the risk of accidents. Make sure that the machine or parts of the machine cannot roll or fall over and injure people or damage property.
3. Make sure that the lifting equipment can handle the weight you want to lift and that it is in good condition.
4. Don't work under suspended load.
5. Carry out the work on a sturdy workbench.
6. Bear in mind the danger of electrical accidents.
7. Check that tools and other equipment are in good condition.
8. Bear in mind health hazards. Observe strict cleanliness.
9. When carrying out repair work take care to avoid injury by cutting or pinching.
10. Make sure you have a first-aid box near at hand.

Follow all other health and safety regulation, local codes and ordinances.

Safety regulations for the owner/operator

All government regulations, local health and safety codes shall be complied with.

All dangers due to electricity must be avoided (for details consult the regulations of your local electricity supply company).

Unilateral modification and spare parts manufacturing

Modifications or changes to the unit/installation should only be carried out after consulting with ITT Flygt.

Original spare parts and accessories authorized by the manufacturer are essential for compliance. The use of other parts can invalidate any claims for warranty or compensation.

Recycling

Local and/or private laws and regulations regarding recycling must be followed. If there are no laws or regulations, or the product is not accepted by an authorized recycling company, the product or its parts can be returned to the nearest Flygt sales company or service workshop.

Product description

Applications

BS 2670.180 is intended to be used for:

— pumping of water which may contain abrasive particles.

The pump is available in the following versions:

MT = medium-head version

HT = high-head version

Liquid temperature: standard version, max. 40°C (104°F). Warm liquid version, max 70°C (158°F) .

Liquid density: max. 1100 kg/m³ (9.2 lb per US gal.).

The pumped liquid may contain particles up to a size which corresponds to the openings in the strainer (288 holes @ 10 × 20 mm).

The pH of the pumped liquid: 5 – 8.

Depth of immersion: max. 20 m (65 ft).

For other applications contact your nearest ITT Flygt representative for information.

Motor data

Motor type: Squirrel-cage 3-phase induction motor for 50 Hz and 60 Hz markets.

3~ 50 Hz, 2890 r/min, Rated output: 18 kW (24.5 hp)

Voltage V	Rated current A	Starting current A
220 D	58	355
230 D	56	370
380 D	34	239
400 D	32	213
400 Y	32	215
415 D	32	222
500 D	26	187
550 D	24	162
660 Y	20	138
690 Y	19	123
1000 Y	14	99

3~ 60 Hz, 3495 r/min, Rated output: 20 kW (27 hp)

Voltage V	Rated current A	Starting current A
200 D	70	460
208 D	68	480
220 D	63	410
220 Y//	63	395
230 D	61	430
230 Y//	61	415
240 D	60	450
380 D	37	213
400 D	35	245
440 D	32	243
440 Yser	32	197
460 D	31	215
460 Yser	31	207
575 D	25	189
600 D	25	198



WARNING!

The pump may not be used in an explosive or flammable environment or for pumping flammable liquids.



WARNING!

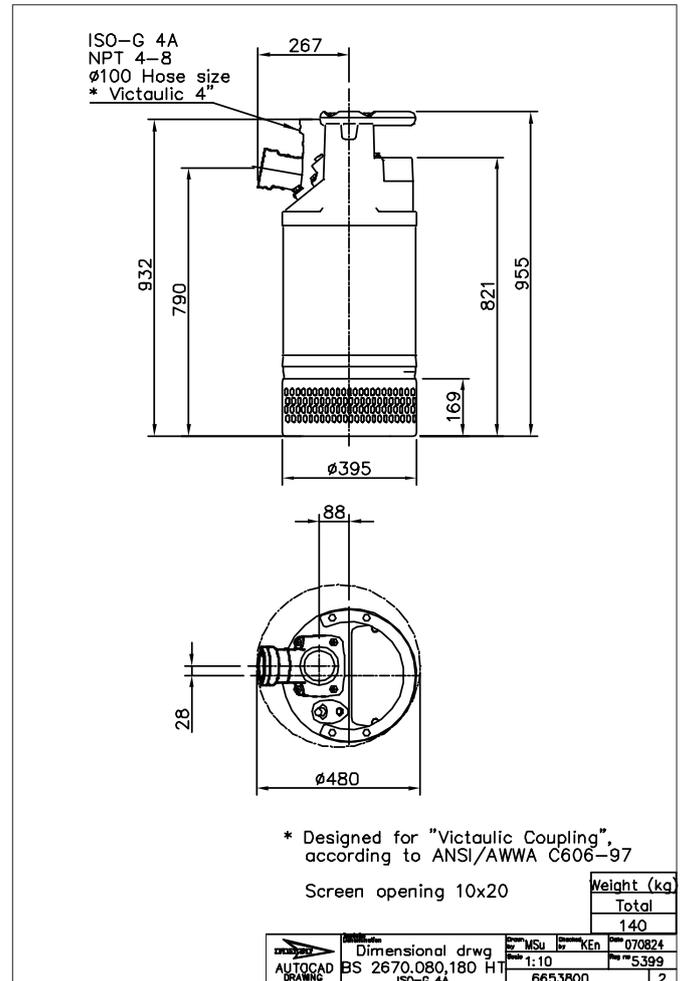
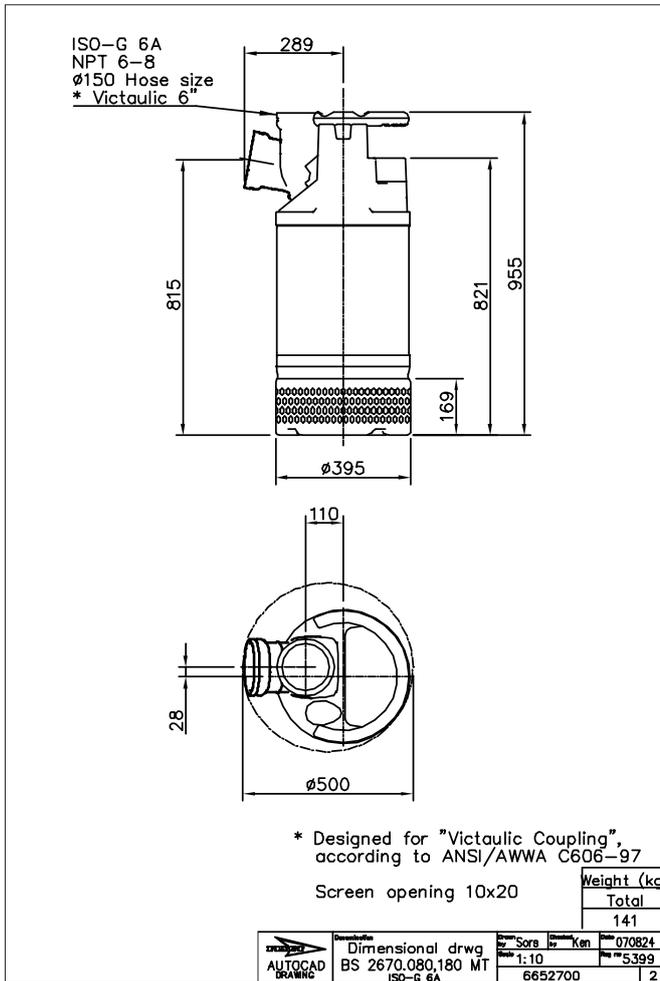
The machine is not to be installed in locations classified as hazardous in accordance with the national electric code, ANSI/NFPA 70-1990



WARNING!

If the pump run dry or snore, the pump surface and the surrounding liquid may be hot. Bear in mind the risk of burn injuries.

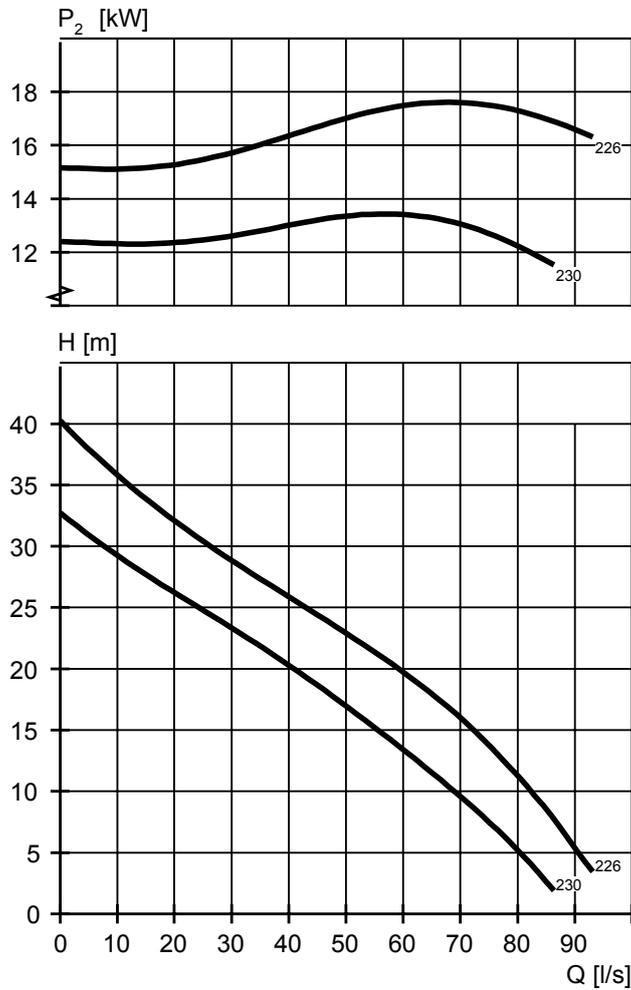
Dimensions and weights



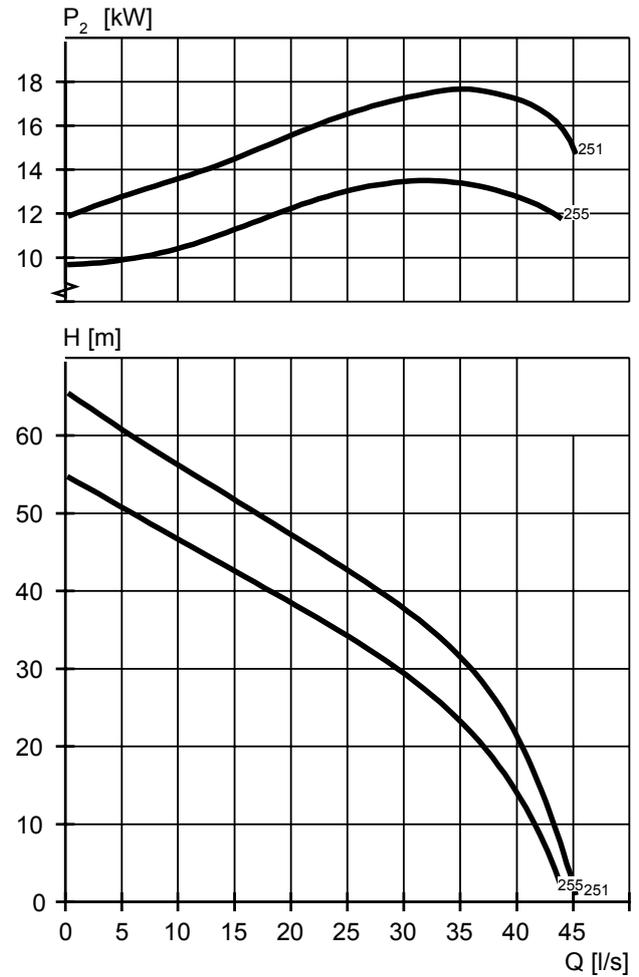
Performance curves

Each pump is tested in accordance with ISO 9906.

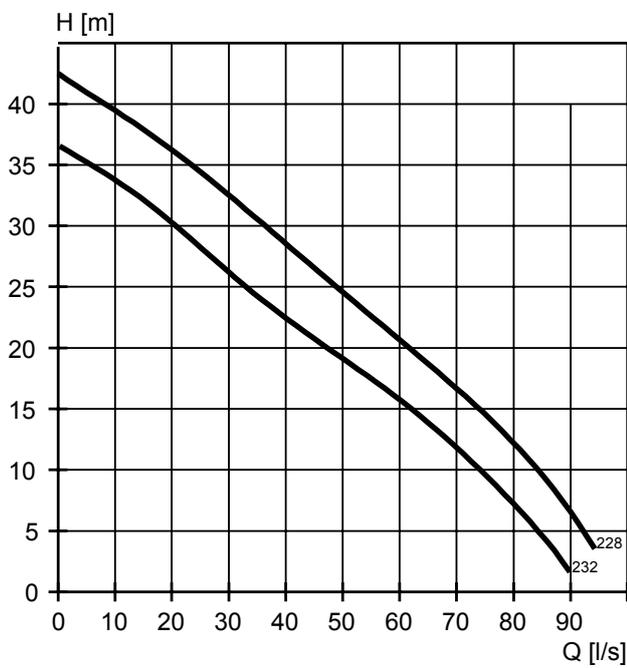
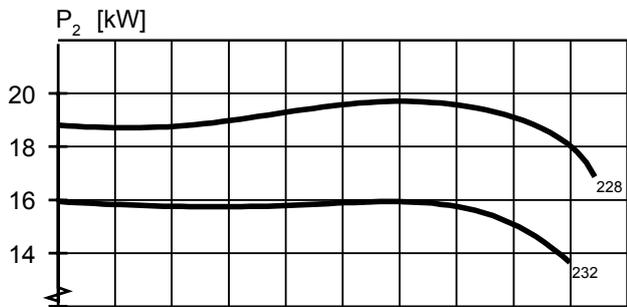
50 Hz, MT



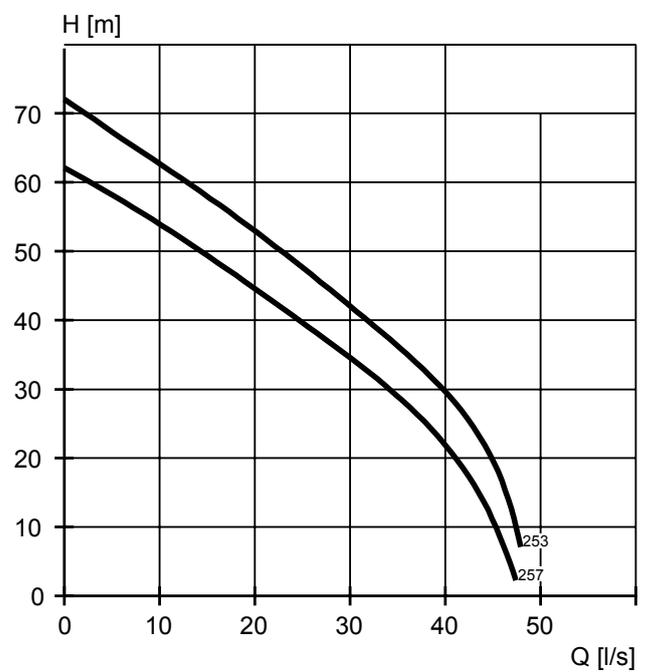
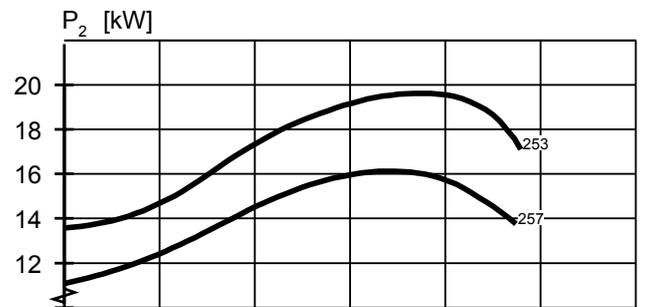
50 Hz, HT



60 Hz, MT



60 Hz, HT



Transportation and storage

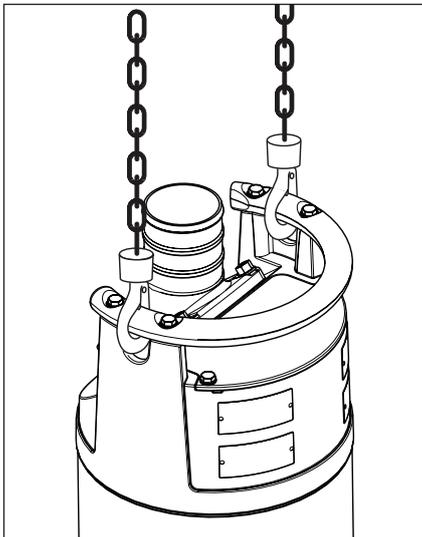
The pump may be transported and stored in a vertical or horizontal position. Make sure that it cannot roll or fall over.



WARNING!

The lifting handle is for manual lifting and handling of the pump only. Never lift the pump by the motor cable or hose.

If mechanical lifting is used and where shock loads may be expected, use only the lifting eye positions as illustrated.



WARNING!

Before starting to work on the pump or moving the pump, make sure that the pump is isolated from the power supply and cannot be energized.

The pump is frostproof as long as it is operating or is immersed in the liquid. If the pump is taken up when the temperature is below freezing, the impeller may freeze. The pump shall be operated for a short period after being taken up in order to expel all remaining water.

A frozen impeller can be thawed by allowing the pump to stand immersed in the liquid for a short period before it is started. Never use a naked flame to thaw the pump.

For longer periods of storage, the pump must be protected against moisture and heat. The impeller should be rotated by hand occasionally (for example every other month) to prevent the seals from sticking together. If the pump is stored for more than 6 months, this rotation is mandatory.

After a long period of storage, the pump should be inspected before it is put into operation. Pay special attention to the seals and the cable entry.

Follow the instructions under the heading "Before starting".

Installation

Pump installation

Run the cables so that they do not have any sharp bends and are not pinched.

Connect the discharge connection and motor cable. See "Electrical connections".

Lower the pump into the sump.

Place the pump on a base which will prevent it from sinking into a soft sump bottom. Alternatively, the pump can be suspended by its lifting handle just above the sump bottom.



NOTE!

Where required by local authorities an acceptable motor-circuit switch or other disconnecting device shall be provided at the time of installation.



NOTE!

At certain installations and operation points on the pump curve the noise level 70 dB, noise level specified for the actual pump, can be exceeded.

Electrical connections



WARNING!

All electrical equipment must be earthed (grounded). This applies to both pump equipment and any monitoring equipment. Failure to heed this warning may cause a lethal accident. Make sure that the earth (ground) lead is correctly connected by testing it.



WARNING!

If the pump is equipped with automatic level control or contactor unit, there is a risk of sudden restart.



WARNING!

Bear in mind the risk of electrical shock if the electrical connections are not correctly carried out or if there is fault or damage on the pump.



NOTE!

Make sure that the monitoring equipment incorporated in the product is correctly connected.

All electrical work shall be carried out under the supervision of an authorized electrician.

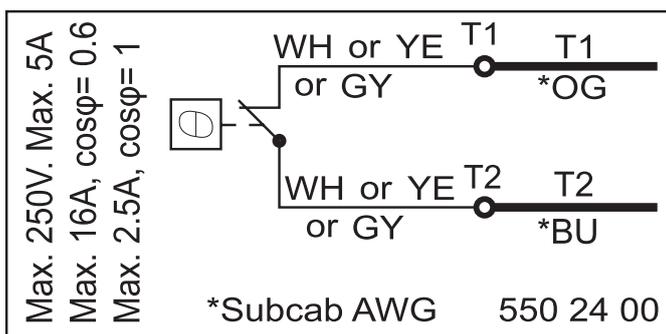
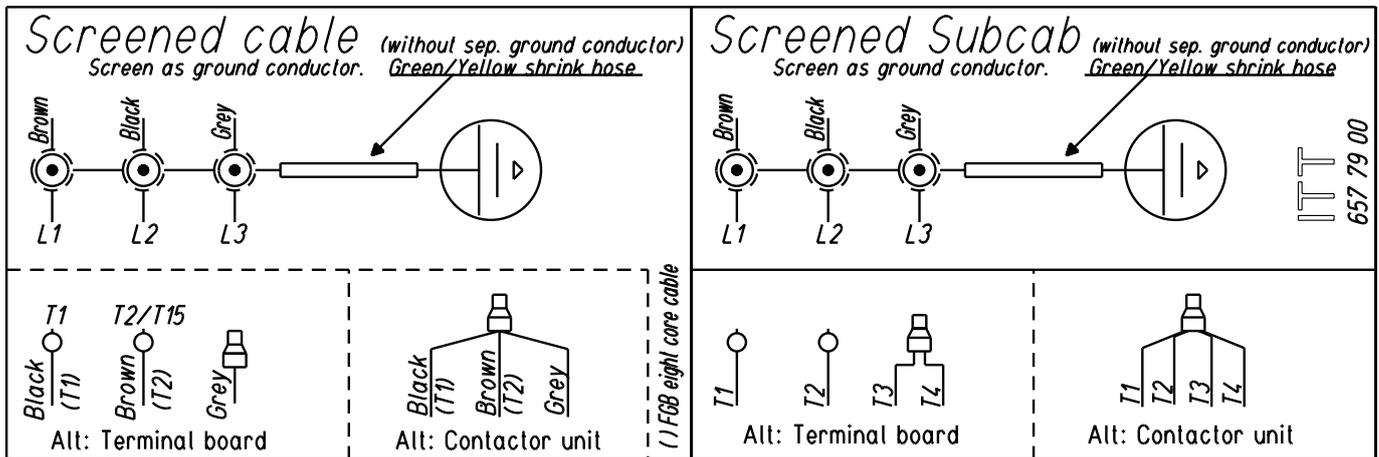
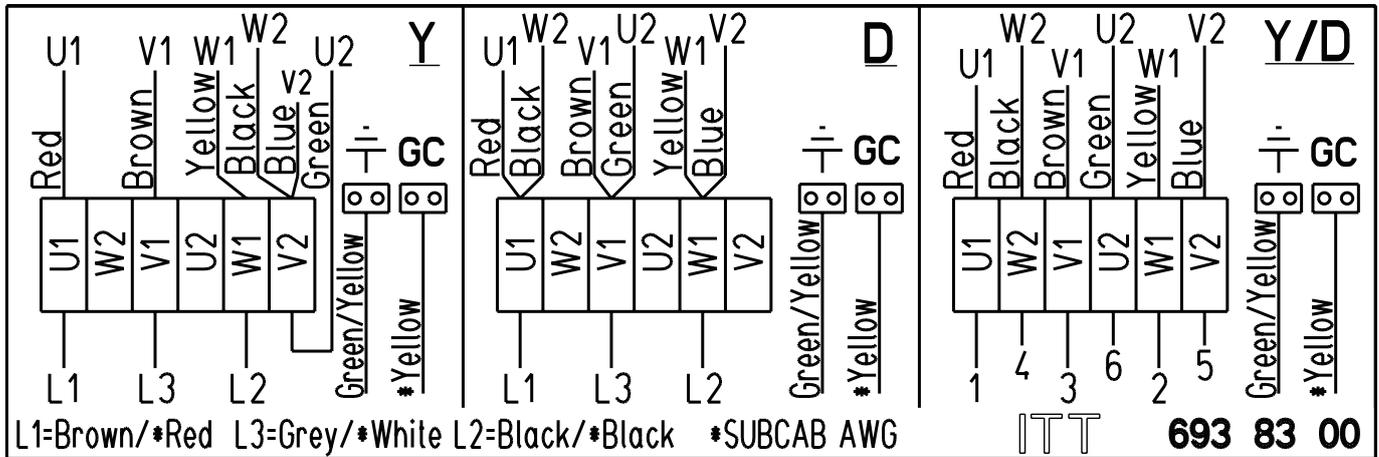
Local codes and regulations shall be complied with.

Check that the mains voltage and frequency agree with the specifications on the pump data plate.

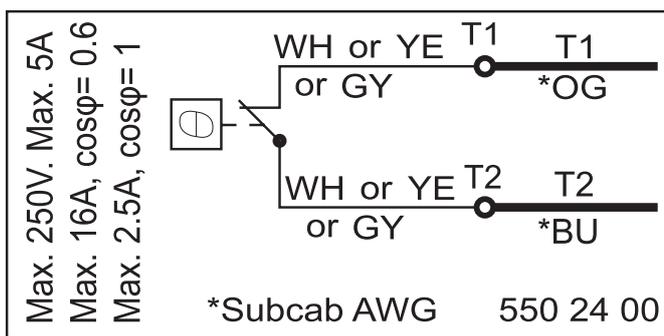
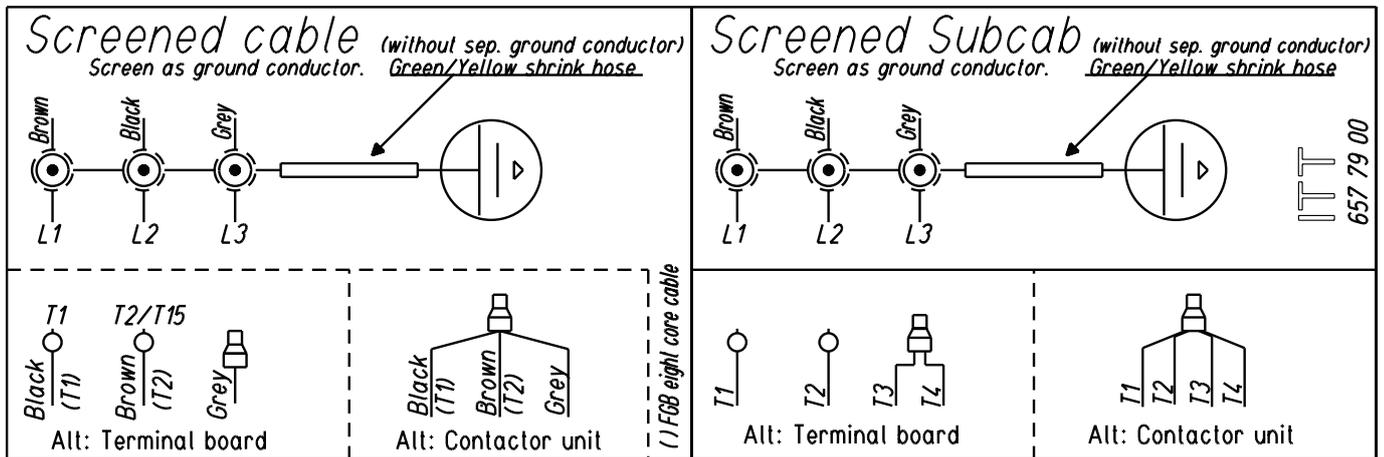
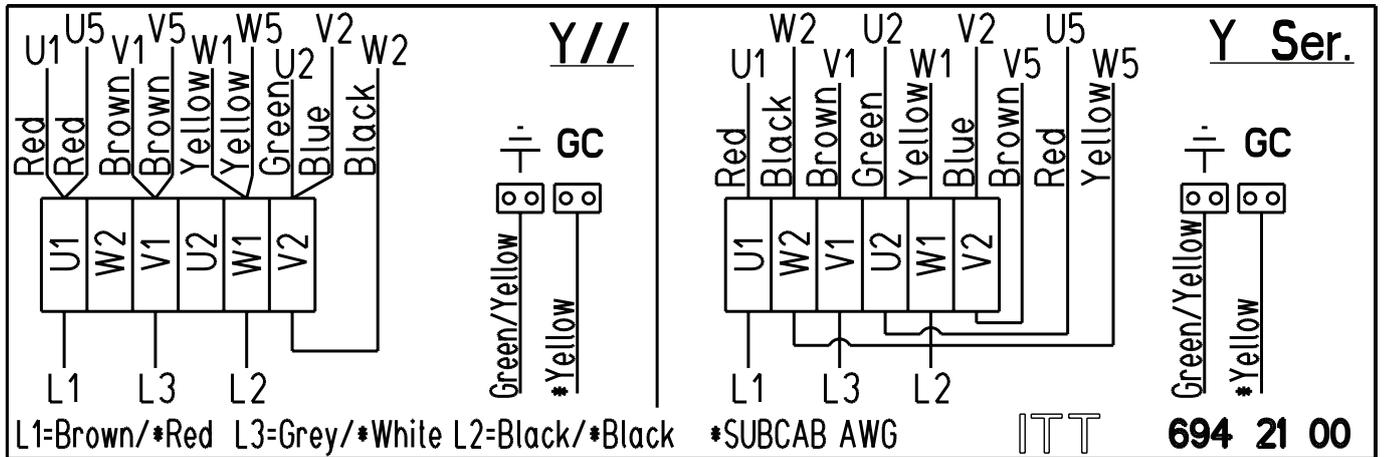
NOTE! For safety reasons, the earth (ground) lead should be approx. 200 mm (8") longer than the phase and monitoring leads. If the motor cable is jerked loose by mistake, the earth (ground) lead should be the last lead to come loose from its terminal. This applies to both ends of the cable.

Make sure that the pump is correctly earthed (grounded).

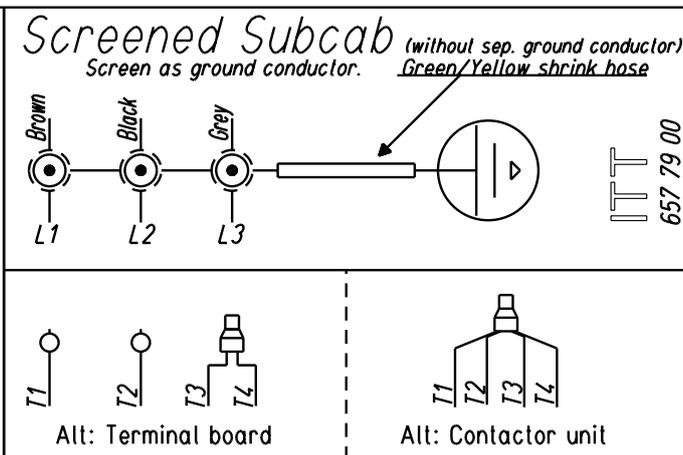
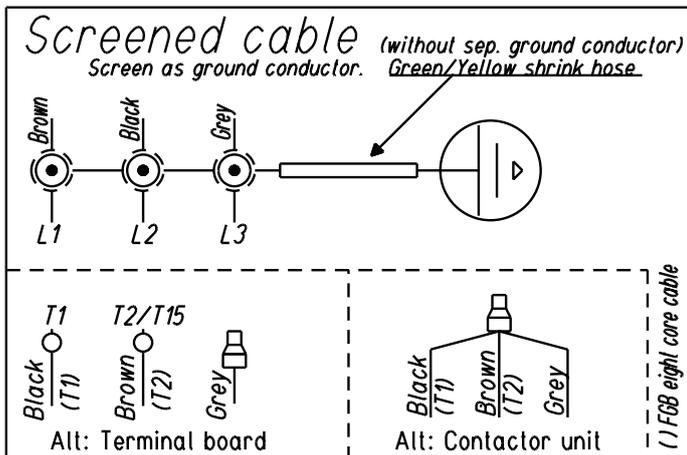
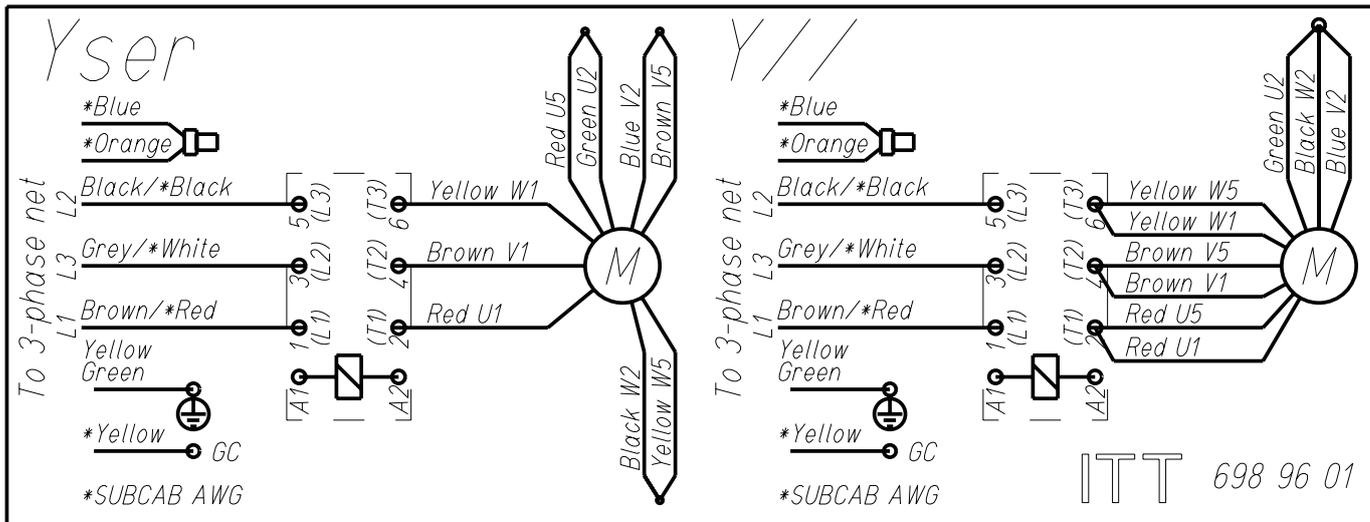
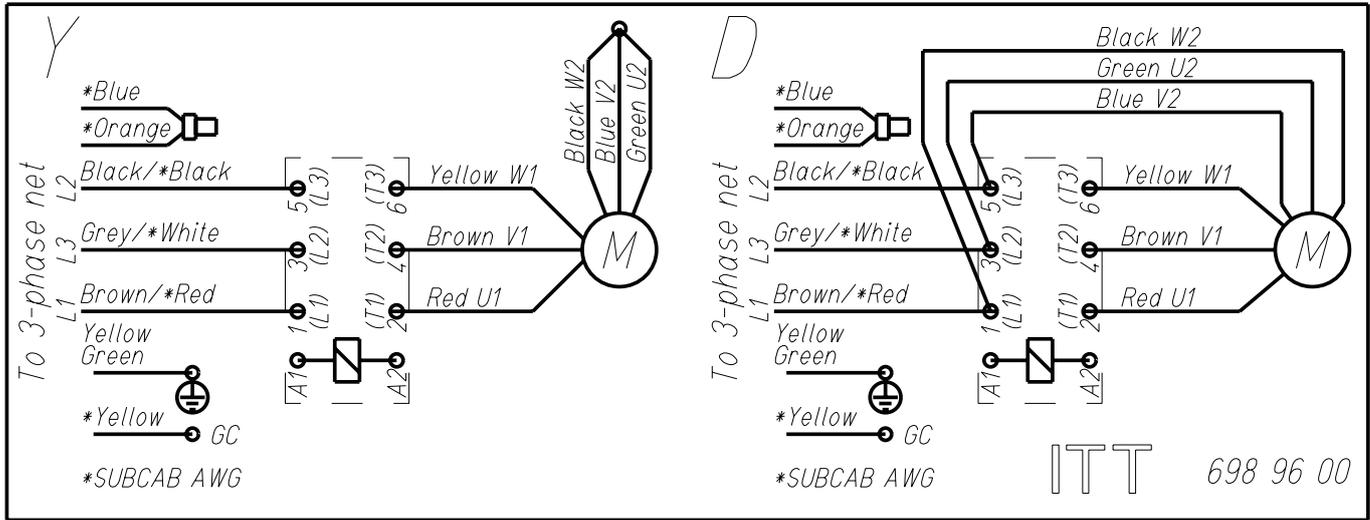
When the pump is connected to the public mains it may cause flicker of incandescent lamps when starting. In this case the supply authority should be notified before installing the pump.

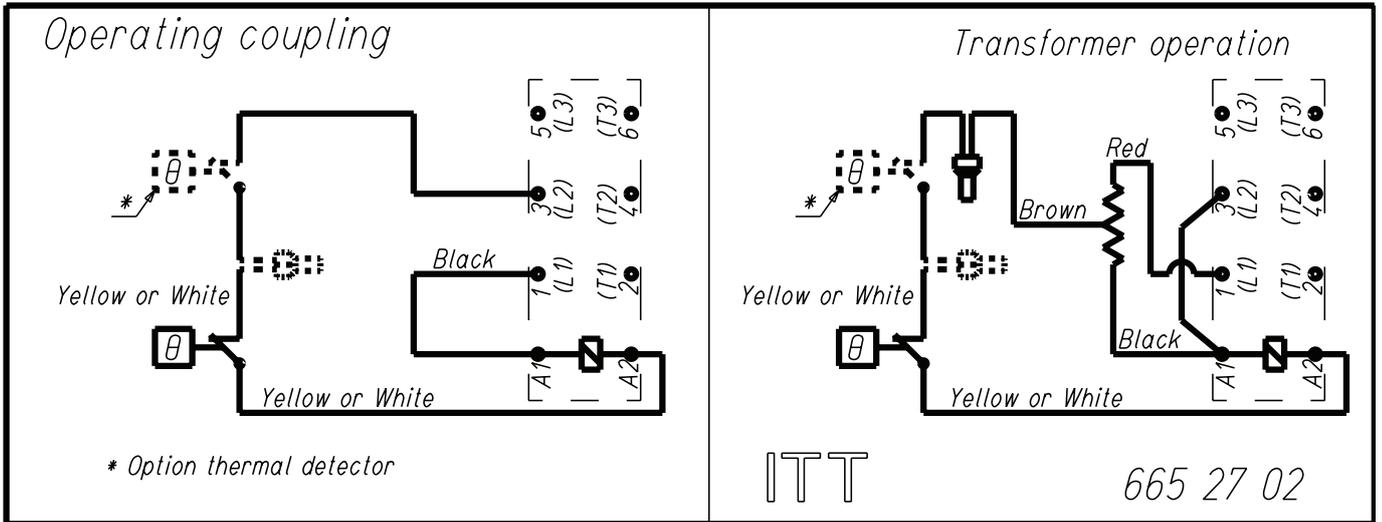
**SUBCAB® 4GX/SUBCAB® AWG,
6-leads, Y, D or Y/D with terminal board**


**SUBCAB® 4GX/SUBCAB® AWG,
6-leads, Y// or Yser with terminal board**



Contactor unit connection





NOTE!

To make the switch from 440-480 V Yser. to 220-240 V Y// the transformer has to be disconnected and replaced by a single lead, min. 0.75 mm² between A1 and L1, according to drawing 6652700. Motor cables are switched according to drawing 6989601 (Y//).

To make the switch from 220-240 V Y// to 440-480 V Yser. the transformer has to be connected according to drawing 6652700 (Transformer operation). Motor cables are switched according to drawing 6989601 (Yser.)

Operation

Before starting

Check the oil level in the oil casing.

Remove the fuses or open the circuit breaker and check that the impeller can be rotated by hand.

Check that the monitoring equipment (if any) works.

Check the direction of rotation. The impeller shall rotate clockwise, as viewed from above. When started, the pump will jerk in the opposite direction to the direction in which the impeller rotates. See the figure.



WARNING!

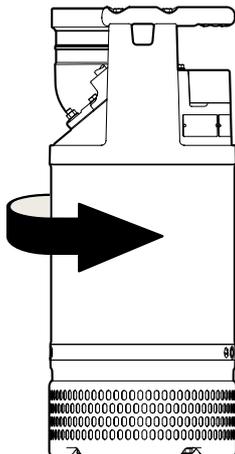
Watch out for the starting jerk, which can be powerful.



WARNING!

Always lift the pump by its carrying handle or lifting eyes, never by the motor cable or the hose.

Starting jerk



Care and maintenance

Safety precautions



WARNING!

Before starting to work on the pump or moving the pump, make sure that the pump is isolated from the power supply and cannot be energized.



WARNING!

Make sure that the pump cannot roll or fall over and injure people or damage property

Inspection

Regular inspection and preventive maintenance ensure more reliable operation.

The pump should be inspected at least twice a year, more frequently under severe operating conditions.

Under normal operating conditions, the pump should have a major overhaul in a service shop once a year.

This requires special tools and should be done by an authorized service shop.

When the pump is new or when the seals have been replaced, inspection is recommended after one week of operation.

Service contract

ITT Flygt or its agent offers service agreements in accordance with a preventive maintenance plan. For further information, please contact your ITT Flygt representative

Recommended inspections:

Inspection of	Action
Visible parts on pump and installation	Replace or fix worn and damaged parts. Make sure that all screws, bolts and nuts are tight.
Pump casing and impeller	Replace worn parts if they impair function.
Condition of the oil	<p>A check of the condition of the oil can show whether there has been an increased leakage. Note! Air/oil mixture can be confused with water/oil mixture. Insert a tube (or hose) into the oil hole. Cover the top end of the tube and take up a little oil from the bottom.</p> <p>Change the oil if it contains too much water. See "Changing the oil". Check again one week after changing the oil.</p> <p>If the oil contains too much water again, the fault may be:</p> <ul style="list-style-type: none"> — that an oil screw is not sufficiently tight. — that the O-ring on an oil screw or its sealing surface is damaged. — that the mechanical seal is damaged. Contact a ITT Flygt service shop.
Oil quantity	1.2 litres
Liquid in the inspection chamber	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;">  <p>WARNING! If the seal leaks, the oil casing may be under pressure. Hold a rag over the oil casing screw in order to prevent splatter. See "Safety precautions" for additional information.</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px;">  <p>WARNING! If there has been leakage, the stator casing may be under pressure. Hold a rag over the inspection screw to prevent splatter. See "Safety precautions" for additional information.</p> </div> <p>Lay the pump on its side. Tilt the pump so that any liquid in the inspection chamber can run out through the hole. If there is water in the stator casing, the cause may be:</p> <ul style="list-style-type: none"> — that the inspection screw is not sufficiently tight. — that the O-ring on the inspection screw or its sealing surface is damaged. — that an O-ring is damaged. — that the cable entry is leaking. <p>If there is oil in the inspections chamber, the cause may be:</p> <ul style="list-style-type: none"> — that the inner mechanical seal is damaged. Contact a ITT Flygt service shop
Cooling system	Rinse and clean if the flow through the system has been partly restricted.

Recommended inspections:

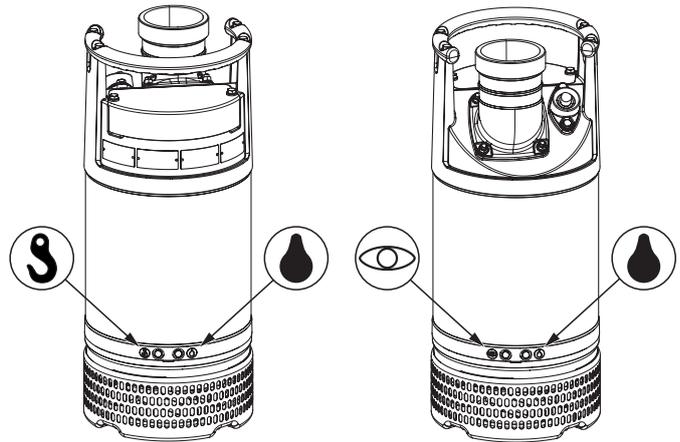
Inspection of	Action
Cable entry	Make sure that the cable clamps are tight. If the cable entry leaks: <ul style="list-style-type: none">— check that the entry is firmly tightened into its bottom-most position.— cut a piece of the cable off so that the seal sleeve closes around a new position on the cable.— replace the seal sleeve.— check that the seal sleeve and the washers conform to the outside diameter of the cables.
Cables	Replace the cable if the outer jacket is damaged. Make sure that the cable do not have any sharp bends and are not pinched.
Starter equipment	If faulty, contact an electrician.
Rotation direction of pump (requires voltage)	Transpose two phase leads if the impeller does not rotate clockwise as viewed from above. Rotation in the wrong direction reduces the capacity of the pump and the motor may be overloaded. Check the direction of rotation, during non-load every time the pump is reconnected.
Pipes, valves and other peripheral equipment	Repair faults and notify supervisor of any faults or defects.
Insulation resistance in the stator	Contact a ITT Flygt service shop.

Explanation of symbols

 = Plug for an eye bolt

 = Oil screw

 = Inspection plug



Changing the oil

Lift the pump horizontally with an overhead crane and place on relief table.

Turn the pump so that one of the oil screws faces downwards. Lock the pump with a support preventing it from rolling over.

Unscrew the oil screw.



WARNING!

If the seal leaks, the oil casing may be under pressure. Hold a rag over the oil casing screw in order to prevent splatter. See "Safety precautions" for additional information.

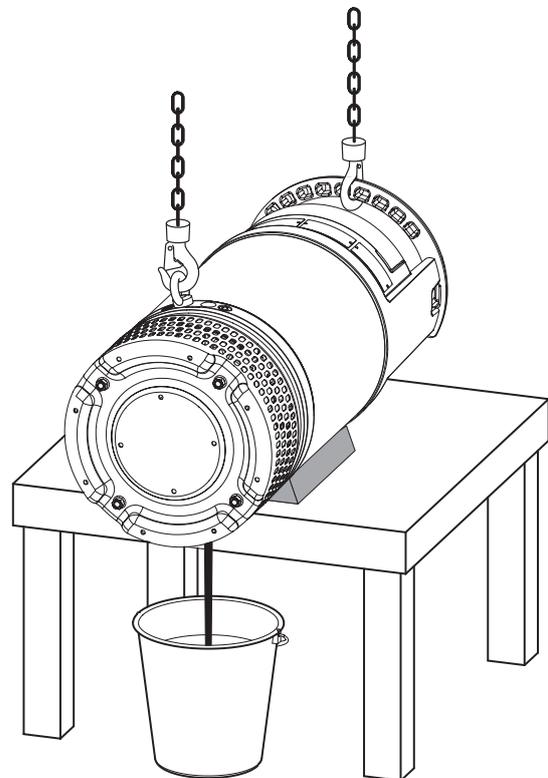
It is easier to drain the oil if the other oil screw is also removed.

Fill up with new oil.

A paraffin oil with viscosity close to ISO VG32 is recommended. The pump is delivered from factory with this type of oil.

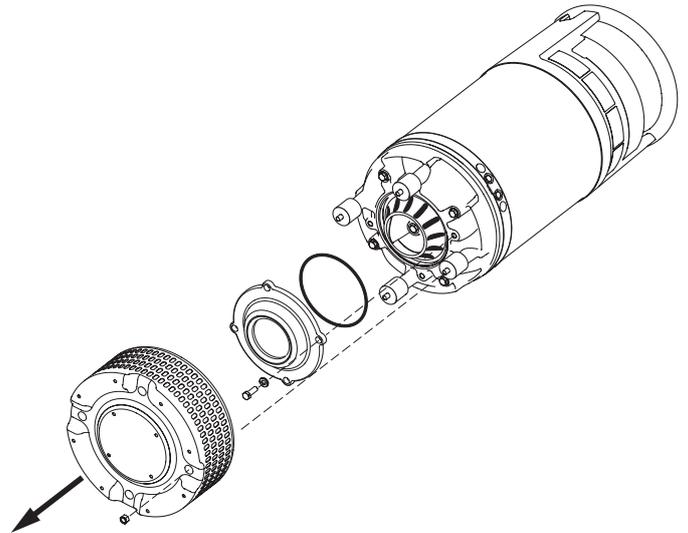
In applications where poisonous properties are of less concern, a mineral oil with viscosity up to ISO VG32 can be used.

Always replace the O-rings on the oil screws. Put the screws back and tighten them.



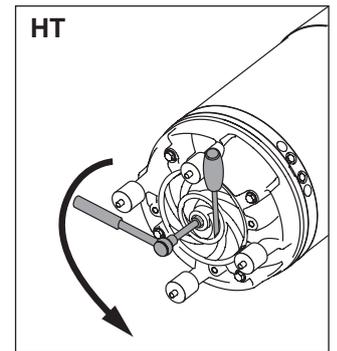
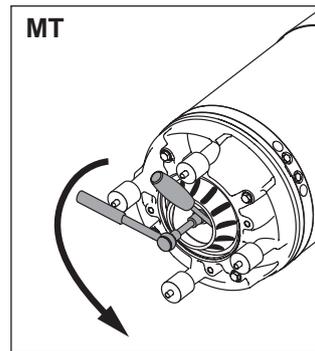
Removing the impeller

Remove the strainer, the suction cover and O-ring.



Lock the impeller with a screw driver or similar (L= min. 200 mm/7.9 inch), see fig. to prevent rotation of the impeller.

Loosen and remove the impeller screw and washer.

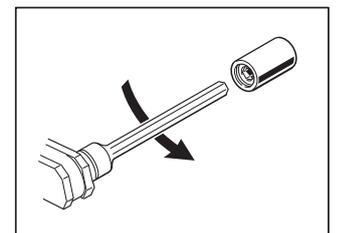
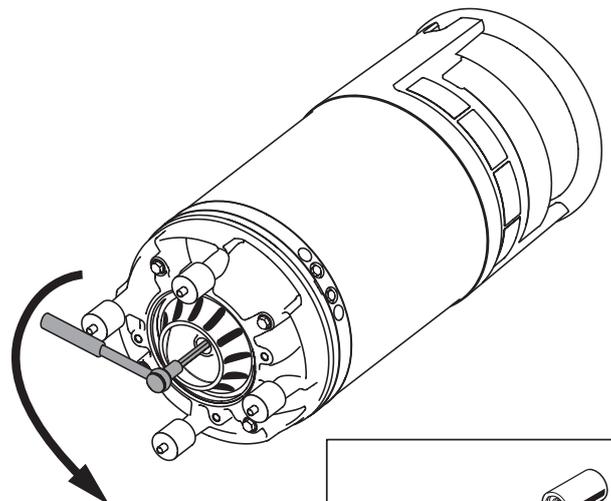


WARNING!

Worn impellers often have very sharp edges. Use protective gloves.

Using a 12 mm hexagon bit adaptor (allen socket) with a 100 mm (4") extension turn the adjustment screw counter clockwise until the impeller breaks free from the shaft.

Remove the impeller.



Installing the impeller and setting clearance

Make sure that the end of the shaft is clean and free from burrs. Polish off any flaws with fine emery cloth. Grease end of shaft, conical sleeve and the threads of the adjustment screw. The proper lubrication is normal grease green (90 20 54, 90 20 61), grease red (90 20 62, 90 20 64).

NOTE!

Remove surplus grease from conical and cylindrical surfaces of the shaft and the sleeve thoroughly.

Align the edge of the adjustment screw with the edge of the conical sleeve so that they are flush.

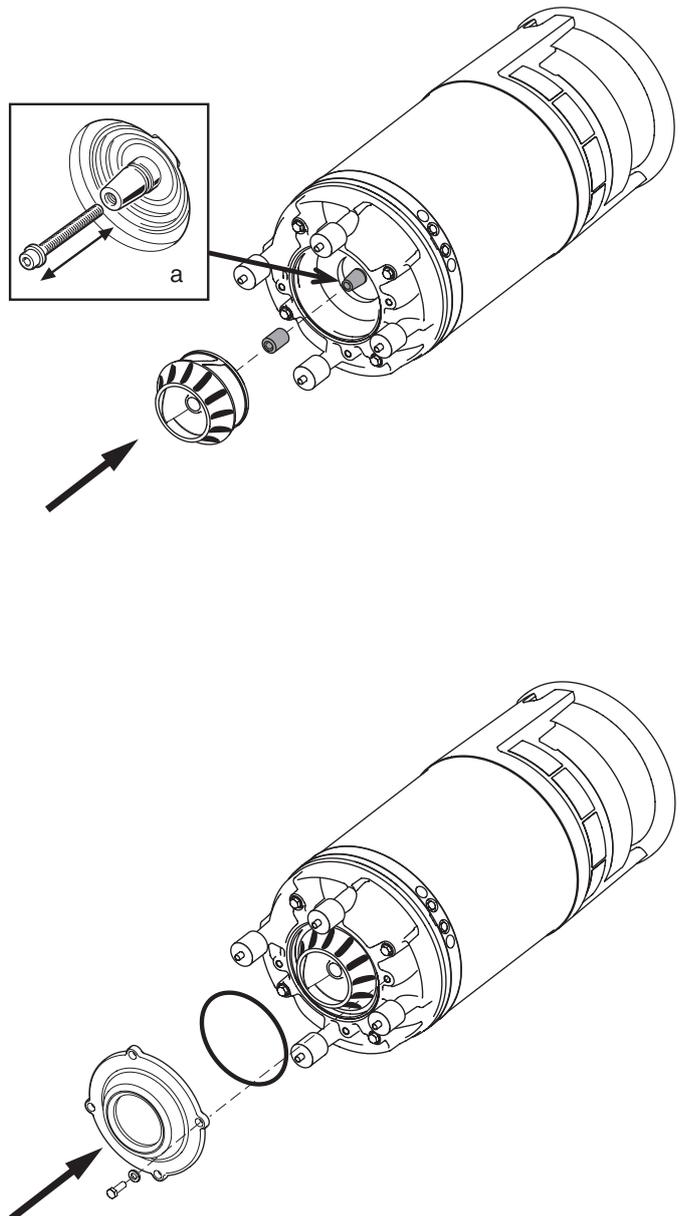
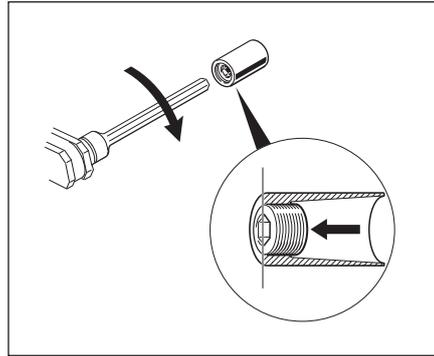
Grease the threads of the screw and the washer. The proper lubrication of the screw and washer is grease 90 20 59. This will get the most out of this joint.

Before assembly, check that the impeller screw is clean and easy to screw into the shaft end (a). This to prevent the shaft to rotate with the impeller screw. Assemble the conical sleeve and the impeller onto the shaft.

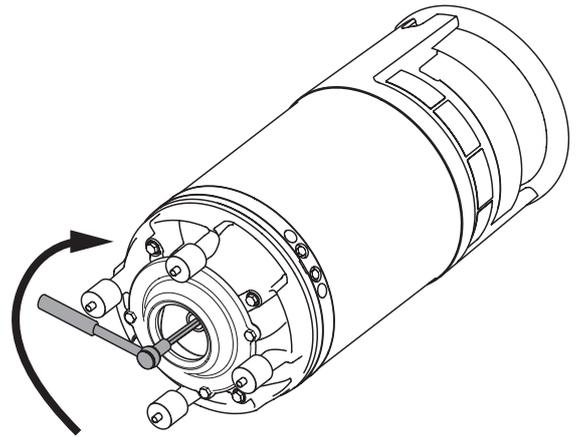
Mount the cover with its O-ring.

Tighten the screws, tightening torque 76 Nm (57 ft lb).

Remove the impeller bolt before adjustment of the impeller by the adjustment screw.



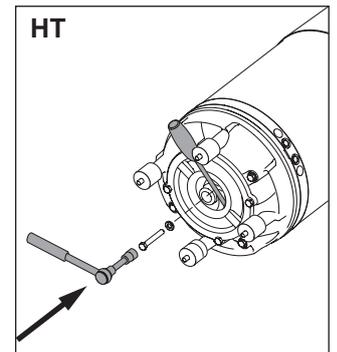
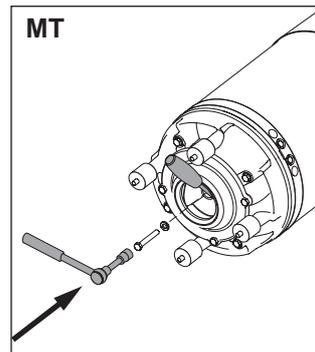
Turn the adjustment screw clockwise until the impeller makes contact with the suction cover. Tighten it further 1/8 turn, 45°. This will ensure the correct clearance between the impeller and the suction cover in the next step.



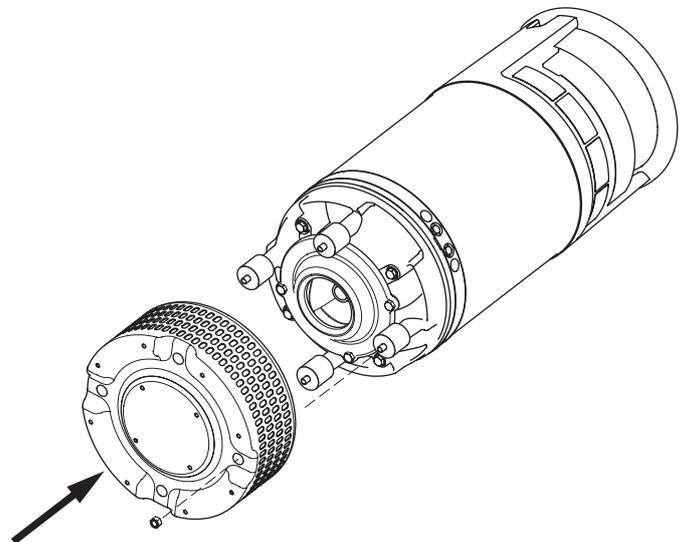
Lock the impeller with a screw driver or similar (L= min. 200 mm/7.9 inch), see fig., to prevent rotation of the impeller. Fit the washer and the greased impeller screw and tighten, torque to 76 Nm (57 ft lb).

Check that the impeller rotates freely.

When changing an impeller or after service, we recommend that the screw is first tightened to the prescribed torque and then turned **an additional 1/8 (45°) of a revolution**. The screw will be loaded to its yield point and the load capacity of the joint will be higher.



Mount the strainer and the nuts, tightening torque 44 Nm (33 ft lb).



Tools

Most of the tools needed for servicing the pump are tools normally included in every serviceman's tool kit. However, there are some special tools exclusively for this pump type without which the servicing of the pump will be difficult and the pump can be very easily damaged.

Tools

Part No.	Denomination	Remarks
332 91 00	Spring puller	Spring removal
398 31 00	Mounting sleeve	Mechanical seal unit
608 20 00	Mounting/Dismantling tool	Main bearing
608 23 01	Stand	Pump fixation

Service log

Most recent service date	Pump No.	Hours of operation	Remarks	Sign.



Service log

Most recent service date	Pump No.	Hours of operation	Remarks	Sign.



www.flygt.com



Instalacion, mantenimiento y servicio

2201.011, 2201.011-U



Flygt



GARANTIA

Flygt se hace cargo de la reparación de los fallos de los productos vendidos por la empresa, a la condición:

- que el fallo se deba a defectos en el diseño, materiales o fabricación;
- que el fallo se comunique a Flygt o al representante de Flygt dentro del período de garantía vigente;
- que el producto se emplee solamente en las condiciones de trabajo indicadas en las instrucciones de instalación, mantenimiento y servicio, y en las aplicaciones para las cuales está destinado;
- que los trabajos de servicio y reparación se realicen en un taller autorizado por Flygt;
- que se empleen repuestos genuinos de Flygt.

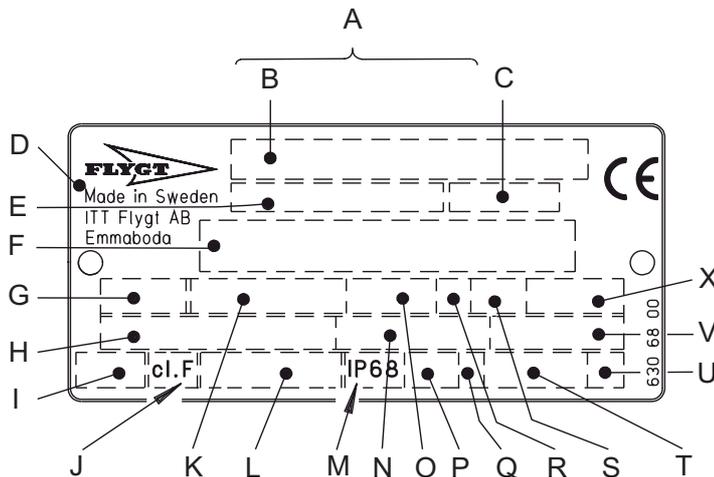
Por tanto, la garantía no se refiere a los desperfectos ocasionados por falta de mantenimiento, instalación errónea, reparación realizada erróneamente o el desgaste normal.

Además de lo antes mencionado, Flygt no asume ninguna responsabilidad por los daños originados, tanto si se trata de daños personales o materiales, o daños a la propiedad.

Flygt garantiza que se mantendrá una existencia de piezas de repuesto durante 10 años después de que este producto haya dejado de fabricarse.

El fabricante se reserva el derecho de alterar la ejecución o las especificaciones o el diseño sin previo aviso.

INTERPRETACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS



- A N° fabricación
- B Código de producto + N°
- C N° curva / Código de hélice
- D País de origen
- E N° producto
- F Información adicional
- G N° fases; Clase de corriente; Frecuencia
- H Tensión nominal
- I Protección térmica
- J Clase de aislamiento
- K Potencia de eje nominal
- L Norma internacional
- M Clase de protección
- N Intensidad de corriente nominal
- O Velocidad rotación nominal
- P Profundidad inmersión máx.
- Q Sentido de rotación: L=izq, R=dcha
- R Clase de funcionamiento
- S Factor de funcionamiento
- T Peso del producto
- U Letra de código de rotor bloqueado
- V Factor de potencia
- X Temperatura ambiente máx

CONTENIDO

Descripción del producto _____	3	Mantenimiento y servicio _____	10
Aplicaciones _____	3	Precauciones de seguridad _____	10
Dimensiones y pesos _____	3	Inspección _____	10
Datos del motor _____	3	Cambio de aceite _____	12
Diseño _____	4	Sustitución del impulsor _____	13
Características técnicas _____	5	Sustitución del difusor _____	16
Transporte y almacenamiento _____	4	Accesorios y herramientas _____	16
Instalación _____	5	Localización de averías _____	17
Precauciones de seguridad _____	5	Notas de servicio _____	20
Instalación de la bomba _____	5	Dibujo seccionado _____	21
Conexions eléctricas _____	6		
Operacion _____	9		
Antes del arranque _____	9		

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Aplicaciones

La 2201.011 es apropiada para:
bombeo de agua que pueda contener partículas abrasivas.

Temperatura del líquido: máx. 40°C (103°F).

Densidad del líquido: máx. 1.100 kgs/m³
(9.216 libras por US galón).

El líquido bombeado puede contener partículas hasta una magnitud que corresponda a las aberturas en el colador.

El pH del líquido bombeado: 5—8.

Profundidad de inmersión: máx. 20 m (65 ft).

No emplear la bomba en ambientes con riesgo de explosión o incendio, ni para bombear líquidos inflamables.



¡ATENCIÓN!
En entornos explosivos o inflamables, sólo está permitido utilizar bombas con la aprobación "Ex".

Para otras aplicaciones o más información, sírvanse ponerse en contacto con el representante de Flygt más próximo.



¡NOTA!
Cerciorarse de que el equipo de control incorporado en el producto esté correctamente conectado.

Dimensiones y pesos

Todas las dimensiones son en mm (pulgadas).

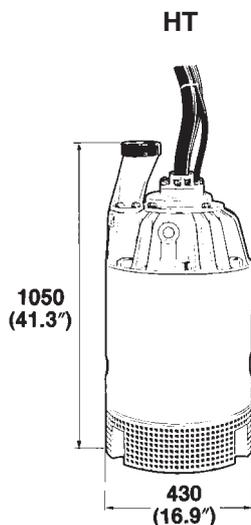
Peso en kg (lb) sin cable de motor y conexión de descarga.

MT: 280 (618)

HT: 240 (530)

LT : 285 (628)

Para una información más detallada, véase "Lista de piezas".



Datos del motor

MT, HT
50 Hz, 37 kW, 2920 rpm

Tensión V	Corriente nominal A	Corriente de arranque A
220	116	650
230	112	740
380	67	375
400	65	430
415	61	325
500	51	305
550	46	285

60 Hz, 43 kW, (58 hp) 3500 rpm

Tensión V	Corriente nominal A	Corriente de arranque A
220	135	750
380	78	435
440	68	375
460	65	395
575	52	305

LT
50 Hz, 30 kW, 1465 rpm

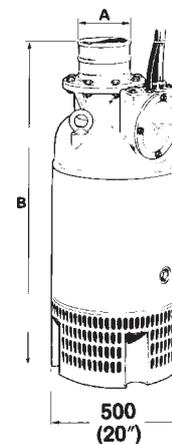
Tensión V	Corriente nominal A	Corriente de arranque A
200	124	1020
220	111	880
230	98	745
380	62	505
400	56	430
415	56	410
500	46	325

60 Hz, 37 kW, (50 hp) 1760 rpm

Tensión V	Corriente nominal A	Corriente de arranque A
220	128	1062
380	78	655
440	64	495
460	63	525
575	48	335

LT, MT

A	B
6"	1253 (49.3)
8"	1253 (49.3)
R6 = BSP.PI.6; NPT6	1153 (45.4)
R8 = BSP.PI.8; NPT8	1153 (45.4)



Diseño

La 2201.011 es una bomba sumergible, accionada por un motor eléctrico.

Impulsores

La bomba puede suministrarse con los siguientes tipos de impulsores:

impulsor de flujo radial de hierro fundido aleado HT-versión.

impulsor de flujo mixto de hierro fundido aleado con cromo, LT- o MT-versión.

Juntas de eje

La bomba tiene dos juntas mecánicas, las cuales proporcionan la estanqueidad necesaria entre el motor eléctrico y el líquido bombeado.

Materiales:

Junta interna: carburo de tungsteno—carburo.

Junta externa: carburo de tungsteno—carburo de tungsteno.

Eje

Material del eje: acero inoxidable.

Rodamientos

Los rodamientos de la bomba están diseñados para un mínimo de 15 000 horas de trabajo.

El rodamiento inferior consta de dos rodamientos de una hilera de bolas de contacto angular para montajes en par.

El rodamiento superior consiste en un rodamiento rígido de bolas.

Cárter de aceite

El aceite lubrica y refrigera las juntas mecánicas y sirve de barrera entre la caja de bomba y el motor eléctrico.

La sobre-presión dentro del cárter de aceite se reduce por medio de cierto volumen de aire construido en el interior.

Motor

Motor de inducción, de jaula de ardilla, trifásico, para 50 ó 60 Hz.

El arranque del motor puede efectuarse con las siguientes variantes:

arranque directo

arranque estrella-triángulo.

El motor puede funcionar:

Continua o intermitentemente con un máximo de 15 arranques por hora, distanciados por igual.

El estator está aislado de acuerdo con clase F (155°C, 310°F). El motor está diseñado para suministrar su capacidad nominal tolerando las variaciones de $\pm 5\%$ de la tensión nominal. Sin sobrecalentar el motor, pueden permitirse las variaciones de $\pm 10\%$ de la tensión nominal, a condición de que el motor no funcione continuamente a plena carga. El motor está diseñado para funcionar con un desequilibrio de la tensión hasta el 2% entre fases.

Equipo de supervisión

El estator contiene tres protectores térmicos conectados en serie.

Los protectores térmicos:

abren a 125°C (260°F)

cierran a 70°C (160°F)

Ver también "Conexiones eléctricas" e instrucciones separadas para los aparatos de arranque.



¡NOTA!

Cerciorarse de que el equipo de control incorporado en el producto esté correctamente conectado.

Refrigeración

El estator está refrigerado por el líquido bombeado que pasa a través del espacio entre el alojamiento del estator y la carcasa exterior.

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

La bomba puede ser transportada y almacenada en posición vertical u horizontal. Asegurarse de que no pueda rodar o volcarse.



¡ADVERTENCIA!

Levantar siempre la bomba por su asa o anillos de elevación, nunca por el cable del motor o la manguera.

La bomba no se congela mientras está funcionando o está sumergida en el líquido. Si se saca la bomba cuando la temperatura está bajo cero, el impulsor puede bloquearse. La bomba deberá trabajar durante un corto período de tiempo después de haberla sacado, para eliminar toda el agua remanente.

Se puede desbloquear un impulsor en estas condiciones sumergiendo la bomba en el líquido durante un

corto período de tiempo antes de ponerla en marcha. No emplear nunca una llama directa para descongelar.

Para períodos prolongados de almacenamiento, la bomba deberá estar protegida contra la humedad y el calor.

De vez en cuando deberá hacerse girar a mano el impulsor (por ejemplo cada dos meses) para impedir que se peguen las superficies de los cierres mecánicos. Si las bombas van a estar almacenadas durante más de seis meses, esta operación de giro es obligatoria.

Después de un largo período de almacenamiento, la bomba deberá ser inspeccionada antes de ponerla a trabajar. Prestar especial atención a las juntas y a la entrada del cable.

Por lo demás seguir las instrucciones del apartado "Antes del arranque".

Características técnicas

Las curvas de la bomba indican:

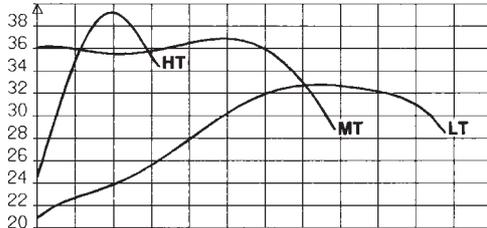
- potencia consumida en varios puntos de operación.
- caudal en función de la altura total.

Se utilizan las siguientes abreviaciones:

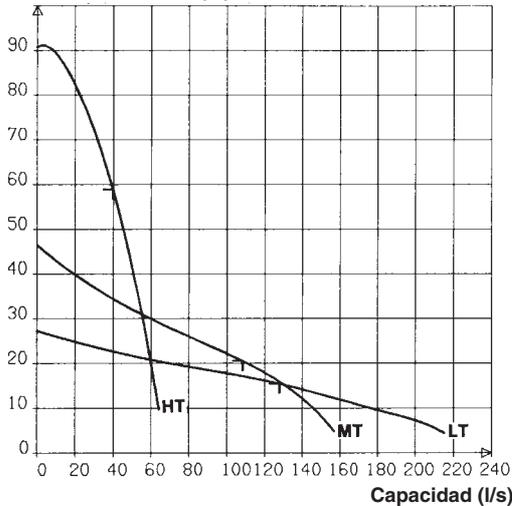
- LT = versión de baja altura de elevación.
- MT = versión de altura media de elevación.
- HT = versión de gran altura de elevación.

50 Hz LT, MT, HT

Potencia entrada (kW)

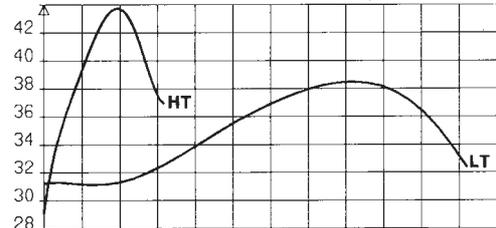


Altura de elevación (m)

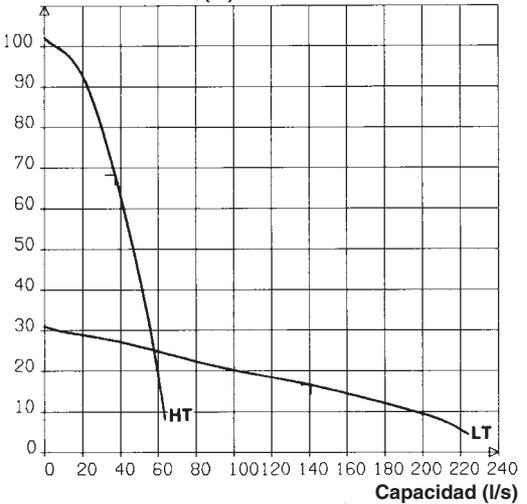


60 Hz LT, HT

Potencia entrada (kW)



Altura de elevación (m)



INSTALACIÓN

Precauciones de seguridad

Con el fin de disminuir el riesgo de accidentes en relación con los trabajos de instalación y servicio deberán seguirse las siguientes normas:

1. Asegurarse de que el equipo de elevación esté en buenas condiciones.
2. Tener presente el riesgo de accidentes eléctricos.
3. Utilizar un casco de seguridad, gafas de seguridad y calzado protector.

Sírvanse seguir todas las otras normas y códigos locales así como las ordenanzas de seguridad y salud.



En ciertas instalaciones y puntos de operación de la curva de la bomba, puede excederse el nivel de ruidos de 70 dB o el nivel de ruidos especificado para la bomba en cuestión.

Instalación de la bomba

Colocar los cables de tal manera que no tengan dobleces y que no se apoyen sobre superficies cortantes o punzantes.

Conectar la conexión de descarga y el cable del motor. Ver "Conexiones eléctricas".

Introducir la bomba dentro del pozo.

Colocar la bomba sobre una base que impida que ésta se hunda si el fondo del pozo es blando. Alternativamente la bomba puede suspenderse desde arriba por su asa, por encima del fondo del pozo.

Para la conexión en serie de la bomba ver "Accesorios y herramientas".

Sírvanse consultar con el representante de Flygt más próximo en lo que respecta a:

- elección del equipo periférico.
- otros problemas en relación con la instalación.

CONEXIONES ELÉCTRICAS



¡ADVERTENCIA!

Todo equipo eléctrico, tanto relacionado con la bomba como con cualquier equipo de supervisión, deberá estar puesto a tierra. El incumplimiento podrá ocasionar un accidente mortal. Comprobar que el cable de tierra se halle correctamente conectado.

Todos los trabajos eléctricos deberán realizarse bajo la supervisión de un electricista autorizado.

Por lo demás, deberán conformarse a los códigos y regulaciones locales de instalación y servicio.

Comprobar que la tensión y frecuencia de la línea estén de acuerdo con las especificaciones de la placa de características de la bomba.

El motor puede ser conectado para diferentes tensiones tal como se indica en la placa de características.

Montar el cable del motor y el cable de maniobra de acuerdo como se indica en la figura.

Para evitar filtraciones, hacer los siguientes controles:

- que el manguito de junta y arandelas de la pieza de entrada del cable correspondan al diámetro externo del cable. Ver la lista de piezas.
- que la envoltura externo del cable no esté dañada. Al montar un cable empleado anteriormente, cortar **siempre** una parte del cable, para que el manguito de junta de la pieza de entrada quede colocada en un nuevo sitio del cable.



¡NOTA!

Por razones de seguridad, el conductor de tierra deberá ser cerca de 100 milímetros (4 pulgadas) más largo que los conductores de fase. Si el cable del motor es arrancado por un tirón, el cable de tierra debería ser el último conductor que se desconecta de su conexión. Esto se aplica a los dos extremos del cable.

Controlar en la placa de características qué conexión — estrella o triángulo (Y ó Δ) — es válida para la tensión de alimentación. Después, dependiendo de la tensión, montar las plaquitas de conexión en la placa de bornes de acuerdo. Ver la figura.

Conectar el cable del motor a las tomas U1, V1 y W1 de la placa de bornes y a la tierra.

Si se emplea el arranque estrella-triángulo (Y/ Δ), los dos cables del motor deberán conectarse tal como se indica en la figura. En el arranque estrella-triángulo (Y/ Δ) no se emplean las plaquitas de conexión.

Conectar los conductores desde el circuito de control del motor a T1 y T2.

En el estator hay incorporados tres contactos térmicos. Estos contactos térmicos están normalmente cerrados. Los contactos térmicos pueden conectarse a una tensión máxima de 250V, siendo la corriente de interrupción como máximo 6A y un factor de potencia 0,6. Flygt recomienda que los contactos térmicos estén conectados a 24V con fusibles separados, para proteger el otro equipo automático.

Asegurarse de que la bomba esté conectada a la tierra correctamente.

Montar la tapa (107) alt. (94).

Apretar las tuercas (12) hasta que la entrada de cable llegue al fondo.

Conectar el cable del motor y el cable de maniobra al cuadro de distribución eléctrica. Comprobar el sentido de rotación. Ver "Antes del arranque".

Si el sentido de rotación es incorrecto, permutar dos de los conductores de alimentación.

No olvidarse de que la corriente de arranque, con arranque directo, puede ser hasta seis veces mayor que la corriente nominal.

Controlar que los fusibles o los disyuntores sean de los amperajes apropiados.

La tabla indica las intensidades de corriente nominal y de arranque. El amperaje de los fusibles y la sección del cable deberán seleccionarse de acuerdo con los reglamentos locales. Tengan en cuenta que con cables largos la caída de tensión en el cable debe ser tomada en consideración, dado que la tensión nominal del motor es la que se mide sobre la placa de bornes de la bomba.

En arranque directo, el relé de sobrecarga (interruptor de protección del motor) deberá ajustarse siempre a la intensidad de corriente nominal del motor, según se indica en la placa de características.

En arranque estrella-triángulo, el relé de sobrecarga (interruptor de protección del motor) deberá ajustarse siempre a la intensidad de corriente nominal del motor $\times 0,58$. La corriente nominal se indica en la placa de características.



¡NOTA!

Cerciorarse de que el equipo de control incorporado en el producto esté correctamente conectado.

Conexiones eléctricas

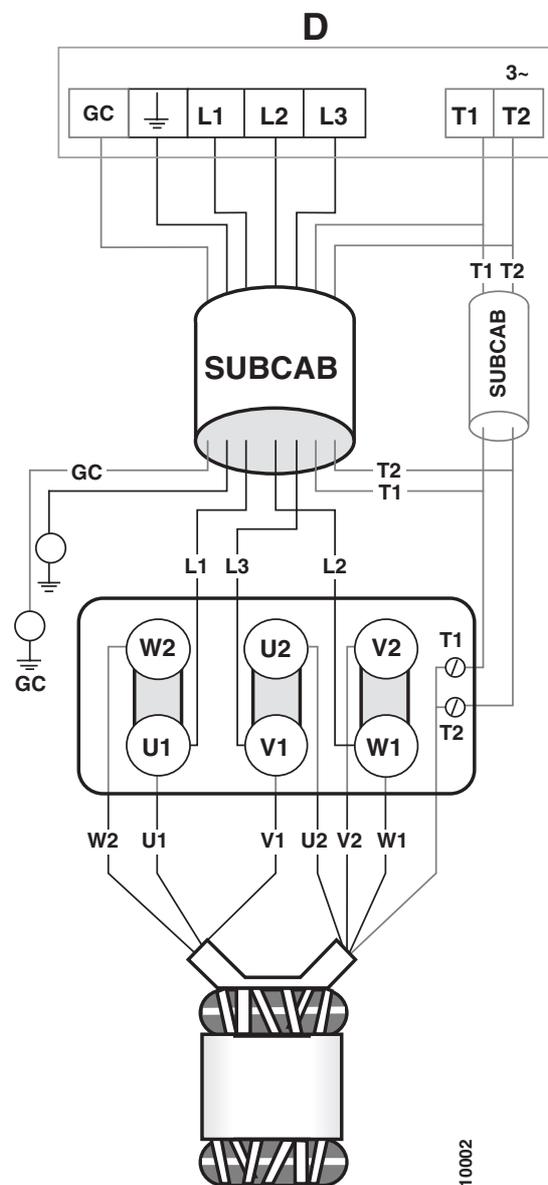
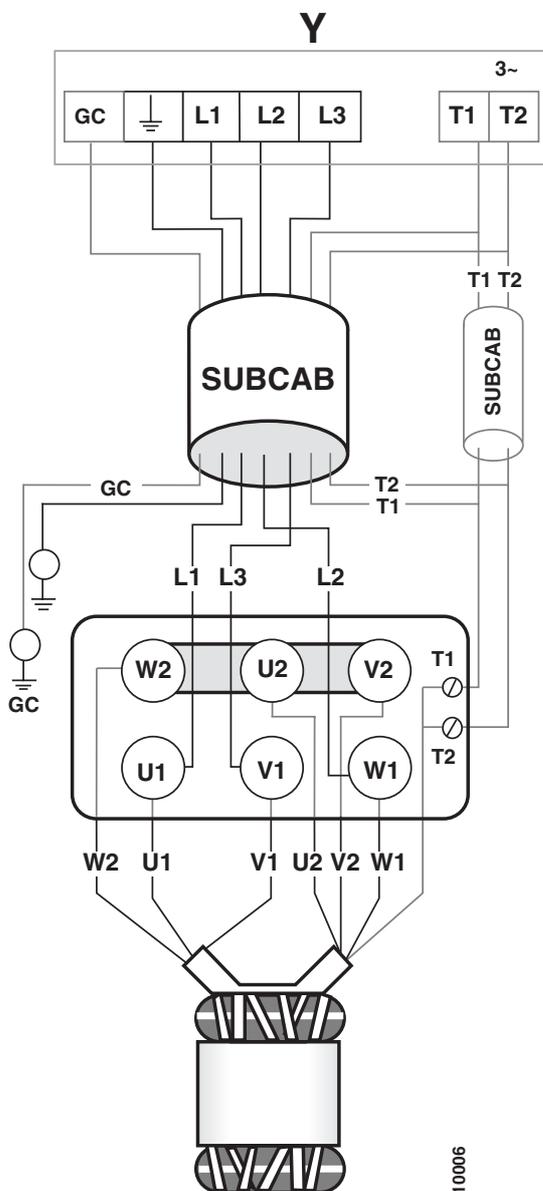
SUBCAB 4G/SUBCAB AWG*:

Red	Conductor	Placa bornas de la bomba
L1	Marron (Rojo*)	U1
L2	Azul (Blanco*)	W1
L3	Negro (Negro*)	V1
Tierra	Amarillo/verde	⊥
Control tierra	Amarillo*	GC
T1	Negro/Naranja*	T1
T2	Negro/Azul*	T2

Los conductores de esta tor están conectados a la placa de bornas como sigue:

Conductor de estator	Conexión en la placa de bornas
U1, rojo	U1
V1, marron	V1
W1, amarillo	W1
V2, azul	V2
W2, negro	W2
U2, verde	U2

Conectar los conductores de control desde el circuito de control del motor a T1 y T2.



Conexiones eléctricas

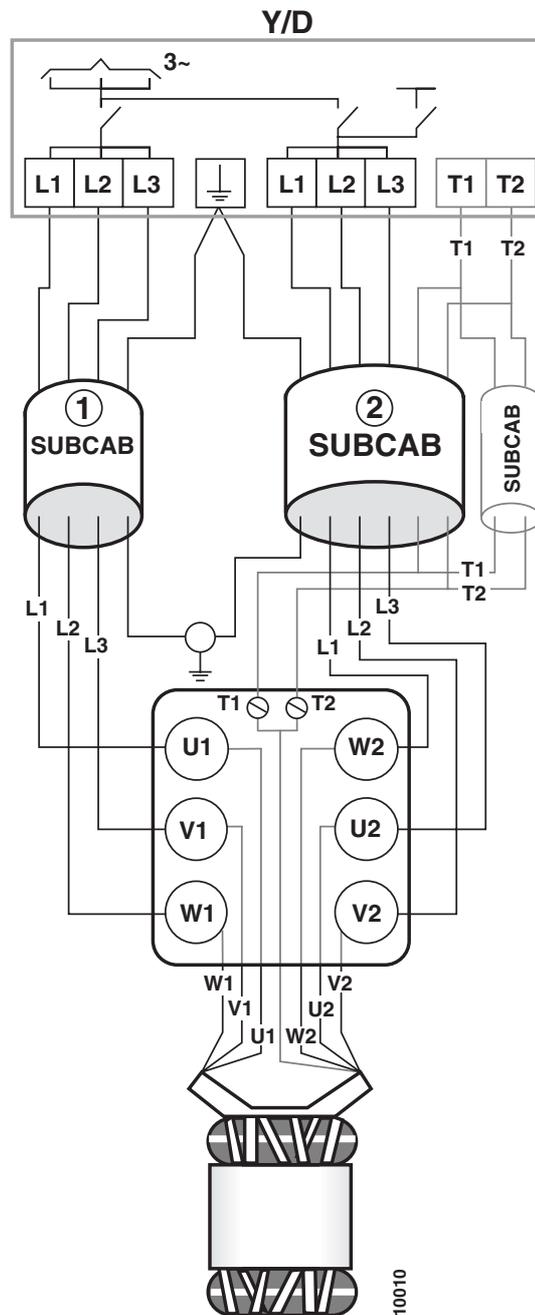
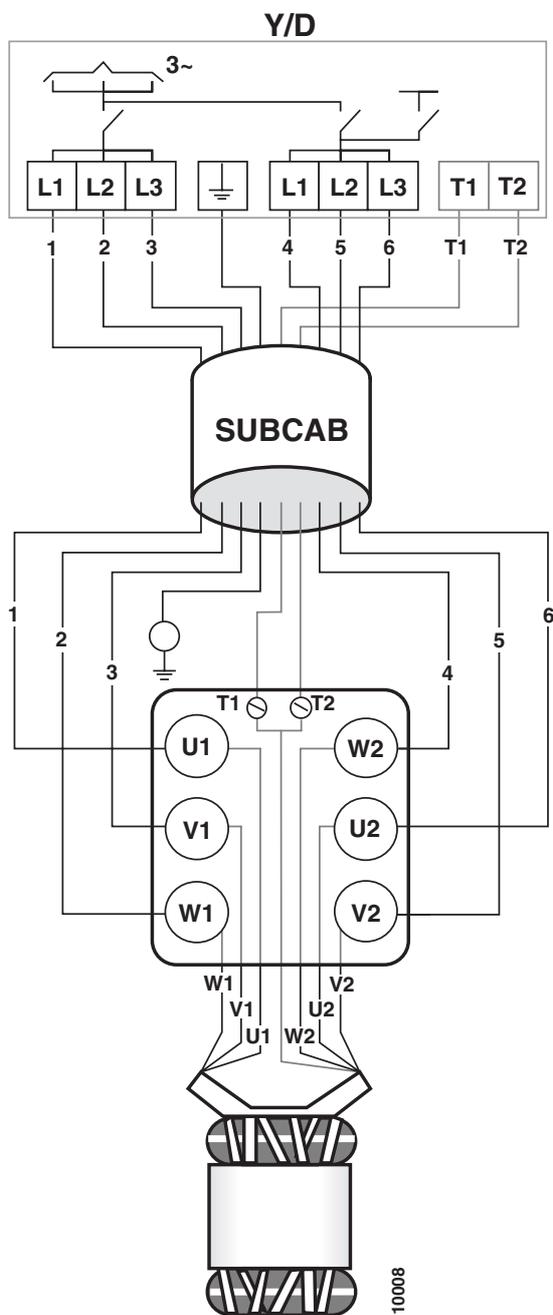
SUBCAB 7G

Red	Conductor	Placa bornas de la bomba
L1	Negro 1	U1
L2	Negro 2	W1
L3	Negro 3	V1
L1	Negro 4	W2
L2	Negro 5	V2
L3	Negro 6	U2
Tierra	Amarillo/verde	⏚
T1	Negro T1	T1
T2	Negro T2	T2

Conectar los conductores de control desde el circuito de control del motor a T1 y T2.

Los conductores del estator están marcados con los siguientes colores:

- U1 (S1) - rojo
- V1 (S2) - marrón
- W1 (S3) - amarillo
- U2 (S6) - verde
- V2 (S4) - azul
- W2 (S5) - negro



OPERACION

Antes del arranque

Comprobar el nivel de aceite en el cárter de aceite.

Quitar los fusibles o abrir cortacircuitos y controlar que pueda girarse el impulsor al mano.

Comprobar que funcione bien el equipo de control (si lo hay).

Comprobar el sentido de rotación. Ver la figura. Al efectuarse el arranque, la bomba dará una sacudida en el sentido contrario al sentido de giro del impulsor.



¡ATENCIÓN!
La contrarrotación en las bombas grandes puede ser muy fuerte.

Las medidas indicadas anteriormente se describen en "Inspección".

Sacudida de arranque



Para evitar sedimentaciones, cuando el líquido bombeado contenga partículas sólidas, la velocidad del conducto de descarga deberá ser:

Mezcla	Velocidad mín en el conducto de descarga
1. Agua + grava de granulación gruesa	4 m./seg. (13.2 ft/s)
2. Agua + grava	3.5 m./seg. (11.5 ft/s)
3. Agua + arena	
Partículas de arena < 0.1 mm (0.004 pulg.)	1.5 m./seg. (5.0 ft/s)
Partículas de arena < 0.6 mm (0.024 pulg.)	2.5 m./seg. (8.2 ft/s)

La bomba puede ser provista de un sistema de regulación de nivel para prevenir desgaste inútil en los componentes hidráulicos.

Limpieza

Si la bomba ha trabajado en agua muy sucia, dejar que funcione un rato en agua limpia o enjuargarla con agua a través del agujero de descarga. Si queda en la bomba arcilla, cemento u otras suciedades similares, pueden bloquearse el impulsor y la junta mecánica, impidiendo el funcionamiento de la bomba y ocasionando averías.

MANTENIMIENTO Y SERVICIO

Las cifras entre paréntesis son números de referencia y se refieren a la figura seccionada.

Precauciones de seguridad



¡ATENCIÓN!
Antes de comenzar el trabajo con la bomba, asegurarse de que la bomba está desconectada de la red y no pueda ponerse bajo tensión.

ATENCIÓN! Esto se aplica también al circuito de control.

Los puntos que siguen son importantes con respecto al trabajo de la bomba:

- Asegurarse de que la bomba haya sido cuidadosamente limpiada.
- Observar buena higiene personal.
- Tener cuidado con el riesgo de infecciones.
- Seguir las instrucciones de seguridad locales.

Inspección

Una inspección regular y un mantenimiento preventivo garantizan un trabajo más seguro. La bomba deberá ser inspeccionada por lo menos cada sexto meses y con más frecuencia bajo condiciones de trabajo duras.

Normalmente la bomba deberá someterse a una revisión general en un taller de servicio a intervalos de una vez al año.

Esto requiere herramientas especiales y deberá realizarse en un taller de servicio oficial.

Cuando la bomba es nueva o cuando se han cambiado las juntas mecánicas se recomienda una inspección después de la primera semana de trabajo.

Inspecciones recomendadas:

Inspección de	Medida a tomar
Partes visibles de la bomba e instalación	Sustituir o reparar las piezas gastadas o estropeadas. Asegurarse de que todos los tornillos, pernos y tuercas estén bien apretados. Comprobar el estado del asa anillas de elevación, cadenas y cables de acero.
Caracol de la bomba e impulsor	Sustituir las piezas desgastadas si influyen sobre el buen funcionamiento. El desgaste del impulsor y de las piezas que lo rodean necesita un ajuste cuidadoso del impulsor o el cambio de las piezas desgastadas. Ver "Sustitución del impulsor" y "Sustitución del difusor".
Cantidad de aceite	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><p>ATENCIÓN! Si hay filtraciones a través de la junta mecánica, la cámara de aceite puede estar bajo presión. Mantener un trapo sobre el tornillo de la cámara de aceite para evitar el salpiqueo. Ver "Precauciones de seguridad" para más información.</p></div> <p>Comprobar que el aceite alcance al agujero de aceite cuando la bomba está echada con el agujero de aceite hacia arriba. La abertura es acusado "OIL FILLING". Llenar con el aceite necesario. Ver "Cambio de aceite".</p>
Estado del aceite	<p>Una comprobación del estado del aceite puede indicarnos si ha habido alguna filtración. La filtración máxima permisible es de 0,05 ml/h (0.0017 oz/h). (Atención! La mezcla de aire/aceite puede confundirse con la mezcla de agua/aceite).</p> <p>Introducir un tubo (o una manguera) por el agujero de aceite. Tapar el extremo superior del tubo y tomar una muestra del aceite desde el fondo.</p> <p>Cambiar el aceite si éste contiene demasiada agua, es decir, si está fuertemente emulsionado (como crema) o si el agua está sedimentada. Ver "Cambio de aceite". Comprobar otra vez el estado del aceite a la semana siguiente después del cambio de aceite.</p> <p>Si, a la segunda vez, el aceite contiene demasiada agua, la causa puede ser:</p> <ul style="list-style-type: none">— que un tornillo de aceite (36) no esté suficientemente apretado.— que anillo tórico (20) o su superficie de junta esté dañado.— que un anillo tórico (30) o su superficie de junta esté dañado.— que la junta mecánica inferior (62) esté mal. <p>Ponerse en contacto con un taller de servicio Flygt.</p>
Líquido en el alojamiento del estator	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><p>ATENCIÓN! Si ha habido filtración a través de la junta mecánica, la cámara de aceite puede estar bajo presión. Mantener un trapo sobre el tapón de aceite para evitar el salpiqueo. Ver "Precauciones de seguridad" para más información.</p></div> <p>Quitar el tapón (23), del agujero marcado "INSP" el anillo de aceite (24), el tornillo de inspección (36) y la arandela (20).</p> <p>Girar la bomba de tal manera que el agujero de inspección quede hacia abajo.</p> <p>Inclinar la bomba de tal manera que cualquier líquido que pueda estar dentro del alojamiento del estator, pueda salir por el agujero.</p> <p>Si hay agua en el alojamiento del estator, la causa puede ser:</p> <ul style="list-style-type: none">— que el tornillo de inspección (36) no esté lo suficientemente apretado.— que la anillo tórico (20) o su superficie de cierre esté dañada.— que el anillo tórico (30) esté dañado.— que la entrada de cable tenga filtraciones. <p>Si hay aceite en el alojamiento del estator, la causa puede ser:</p> <ul style="list-style-type: none">— que la junta mecánica interna (70) esté dañada. <p>Sírvanse ponerse en contacto con un taller de servicio Flygt.</p> <ul style="list-style-type: none">— que el anillo tórico (28) esté dañado.

Inspección de	Medida a tomar
Entrada de cable	Asegurarse de que las sujeciones del cable están apretadas. Si hay filtraciones por la entrada del cable: <ul style="list-style-type: none"> — comprobar que la entrada de cable esté apretada hasta el fondo. — cortar un trozo de cable de tal manera que el anillo goma (53) haga cierre sobre un trozo nuevo de cable. — cambiar el anillo de goma (53). — comprobar que el anillo de goma (53) y las arandelas (52) son las apropiadas para el diámetro exterior del cable.
Cables	Cambiar el cable si la cubierta externa está dañada. Asegurarse de que el cable no tenga ningún doblez, cortadura o agujero.
Reguladores de nivel u otro equipo de control de nivel	Comprobar el funcionamiento. Limpiar, ajustar, sustituir o reparar cualquier defecto del equipo de control de nivel. Seguir las instrucciones apropiadas para el equipo de control de nivel en cuestión. Atencion! El regulador de nivel contiene un interruptor de mercurio. Por lo tanto si estuviera deteriorado no deberá ser echado a la basura, sino que deberá hacerse cargo de él una entidad autorizada.
Equipo de arranque	Si falla, ponerse en contacto con un electricista.
Sentido de giro de la bomba (requiere tensión)	Intercambiar dos conductores de fase si el impulsor, visto desde arriba, no gira en el sentido de las agujas del reloj. Si la bomba gira en sentido inverso, quedará reducida su capacidad y puede sobrecargarse el motor. Comprobar el sentido de giro cada vez que se conecte la bomba.
Tuberías, válvulas y otro equipo periférico	Reparar los defectos y notificar a la persona responsable de cualquier fallo o defecto.
Resistencia de aislamiento en el estator	Utilizar un medidor de aislamiento. Con un Megger de 1000 V, el aislamiento entre fases y entre cualquier fase y tierra deberá ser > 1 Mohm.

Cambio de aceite



ATENCIÓN! Si hay filtraciones a través de la junta mecánica, el cárter de aceite puede estar bajo presión. Mantener un trapo sobre el tapón de aceite para impedir el salpiqueo.

Acostar la bomba sobre un banco o sobre dos soportes. Suspender la bomba horizontalmente por medio de una grúa o similar.

Quitar el tapón (23), marcado "OIL DRAINAGE" (drenaje de aceite) y arandela (24) de uno de los agujeros de aceite.

Desatornillar el tornillo de aceite (36) y el anillo tórico (20).

Atornillar el tubo de drenaje de aceite (este tubo se incluye con el suministro de la bomba).

Girar la bomba hasta que el agujero de aceite quede hacia abajo.

Es más fácil vaciar el aceite si se saca el tornillo del otro agujero de aceite.

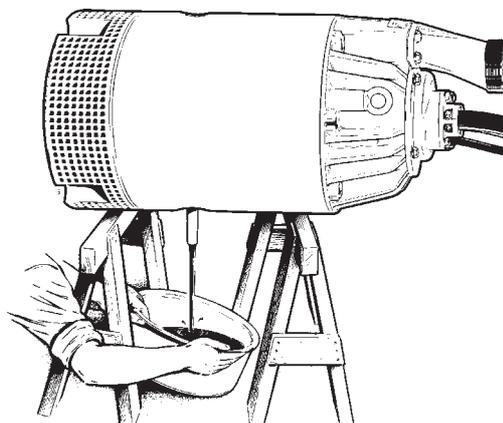
Llenar con 5 litros (5.3 US quarts) de aceite nuevo. El agujero de llenado está marcado con "OIL FILLING".

Sustituir siempre las arandelas situadas debajo de los tornillos de aceite.

Colocar nuevamente los tornillos. Apretar con un par de 10—20 Nm (8—14 ft lb).

Se recomienda usar un aceite de parafina con una viscosidad similar a ISO VG 15 (por ejemplo Mobil Whiterex 309). La bomba se suministra de fábrica con este tipo de aceite.

En aplicaciones en las que la toxicidad tenga poca importancia, puede emplearse un aceite mineral con una viscosidad de hasta ISO VG 32.



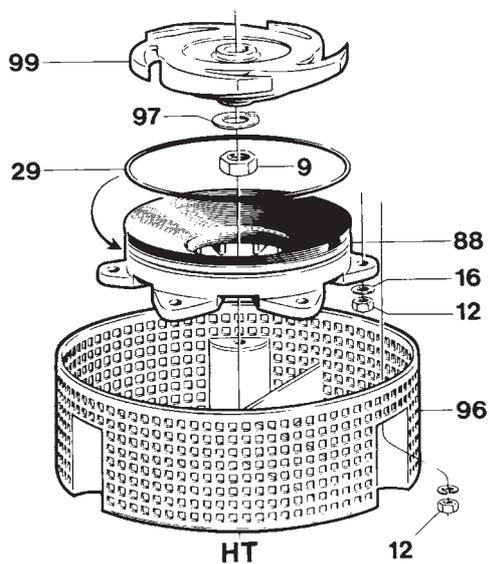
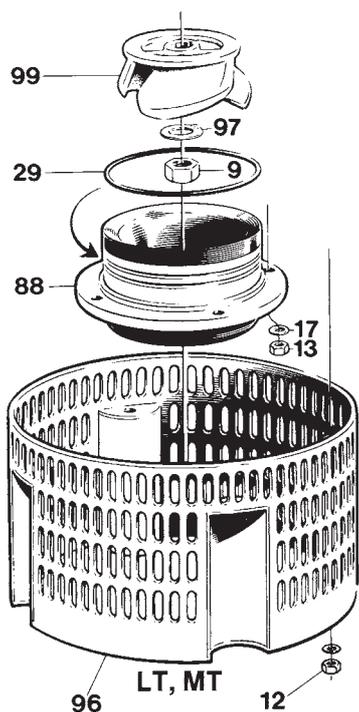
Sustitución del impulsor

Desmontaje del impulsor



ATENCIÓN!
Los impulsores desgastados
pueden tener bordes cortantes.

Poner la bomba en posición horizontal.
Quitar las tuercas (12) y sacar el colador (96).



Quitar las tuercas (12) o (13).

Quitar las arandelas (16) o (17), diosor inferior (88) y anillo tórico (29).

Quitar el tuerca del impulsor (9).

Quitar la arandela (97).

Sacar el impulsor.

Utilizar el extractor del impulsor 84 13 60 ohacer palanca con cuidado, con dos destornilladores fuertes o barras.

Utilizar el extractor del impulsor 84 13 60.

Montaje del impulsor

Asegurarse de que el extremo del eje esté limpio y libre de rebabas. Pulirlo cuidadosamente.

Limpiar y aceitar todas las superficies de cierre y anillos tóricos.

Comprobar:

- que el eje tenga un número adecuado de arandelas de ajuste (59).
- que la chaveta (1) esté bien situada en el chavetero sobre el eje.

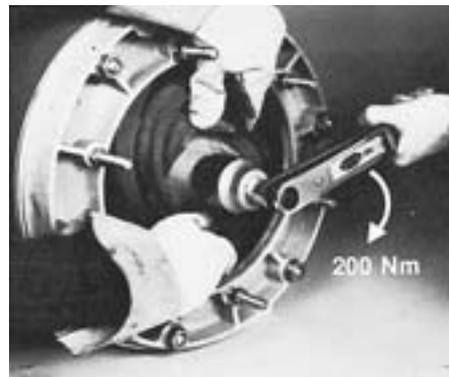
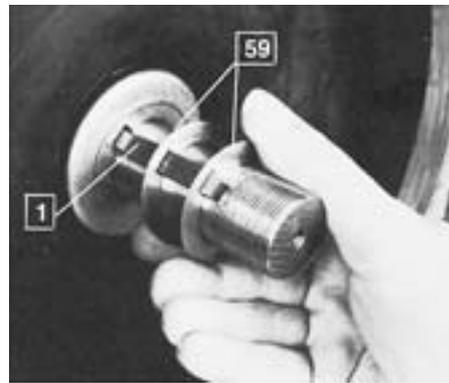
Engrasar el extremo del eje y el interior del núcleo del impulsor.

Comprobar que el pasador de arrastre de la junta exterior esté alineado con la chaveta (1). Empujar el impulsor con precaución sin girar el eje en relación con el anillo de accionamiento, para que el pasador encaje en el chavetero del impulsor.

Montar la arandela (97) y tuerca (9).

Apretar el tuerca del impulsor.

Par de apriete 200 Nm (150 ft lb). Bloquear con la arandela (97).



Ajuste del impulsor

La tolerancia entre el impulsor y el fondo del cárter de aceite deberá ser mínima cuando el impulsor esté apretado. La tolerancia se puede ajustar con las arandelas de ajuste (59).

Comprobar que se pueda girar fácilmente el impulsor a mano.



Enroscar las tuercas de ajuste (13) hasta que lleguen al fondo de los espárragos (38).



Montar el anillo tórico (29).

Apretar el difusor inferior (88) contra el impulsor.

Enroscar las tuercas de ajuste (13) o (12) hasta que se apouen ligeramente contra el difusor inferior.

Girar otra media vuelta todas las tuercas de ajuste (en sentido contrario a las agujas del reloj).

Colocar las arandelas (17) alt. (16) y tuercas (13) alt. (12) sobre los espárragos.

Apretar las tuercas (13) alt. (12) uniformemente por todo alrededor.

El juego entre el impulsor y el difusor inferior debe ser tan reducido como sea posible.

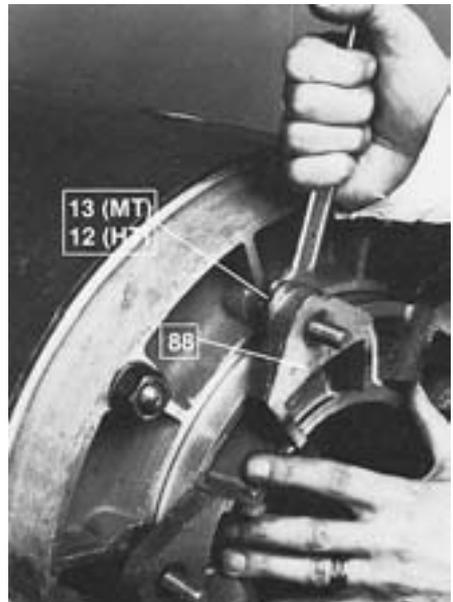
Comprobar que se pueda girar fácilmente el impulsor a mano.

Montar:

El colador (96).

Para que la bomba trabaje con la máxima capacidad, el impulsor deberá ajustarse regularmente.

Es particularmente importante mantener la tolerancia entre el difusor inferior y el impulsor al mínimo posible.



Sustitución del difusor

Desmontaje del difusor

Desmontar el impulsor. Ver "Desmontaje del impulsor".

Desenroscar y las tuercas (13).

Quitar las arandelas (17).

Quitar el difusor (84).

Montaje del difusor

Fijar el difusor en su sitio por medio de las tuercas (13).

No olvidar de poner en su sitio las arandelas (17).

Para el resto del montaje, ver "Montaje del impulsor".

Las reparaciones de mayor envergadura y las modificaciones se describen en el Manual de Taller Flygt.



ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS

Acoplamiento en serie

La altura de elevación puede incrementarse conectado dos o tres bombas en serie.

La presión máxima de trabajo permitida es de 1,2 MPa (170 psi).

Las distancias verticales entre las bombas deben ser aproximadamente iguales.

Ver el folleto especial que describe el procedimiento para la conexión en serie.

Pueden suministrarse las siguientes unidades completas para la conexión en serie:

N° de pedido	Apropiado para
337 06 00	R 4 = BSP.PI.4
337 06 01	4-8 NPSM
337 06 02	6"
337 06 06	R 6 = BSP.PI.6
337 06 07	NPT 6"
337 06 03	8"
337 06 04	R 8 = BSP.PI.8
337 06 05	NPT 8"

Juego de ánodos de zinc

Para reducir la corrosión sobre la bomba, ésta puede estar provista de ánodos de zinc.

N° de pedido 290 15 00.

Regulador de nivel

Flygt suministra reguladores de nivel apropiados para líquidos de diferentes densidades y con varias longitudes de cable. Ver folleto específico.

Equipo de arranque y de control

Flygt tiene equipo de arranque y control adaptado a la bomba. Si desean una información más detallada, sírvanse ponerse en contacto con Flygt.

Herramientas

Las siguientes herramientas son necesarias para asegurar el necesario cuidado y mantenimiento de la bomba:

N° de pedido	Descripción
84 12 69	Llave de manguito n = 24 mm longitud = 160 mm
80 38 02	Pasador cilíndrico
84 12 75	Llave de manguito n = 30 mm
84 13 87	Manguito M8, n = 13
84 13 92	Manguito M12, n = 19
84 13 96	Manguito M16, n = 24
84 15 55	Barra de prolongación longitud = 125 mm
84 15 61	Mango giratorio longitud = 310 mm
84 11 43	Llave combinada n = 24 mm
84 11 41	Llave combinada n = 19 mm
84 16 73	Destornillador, 10 mm
84 13 60	Extractor de impulsor
84 15 64	Llave dinamométrica, máx. 225 Nm (165 ft.lb.)
336 94 00	Tubo de drenaje de aceite

Para una información más detallada de las herramientas, ver el catálogo de herramientas de Flygt.

LOCALIZACION DE AVERIAS

Para la localización de averías del equipo eléctrico hace falta un instrumento universal (VOM), una lámpara de pruebas (comprobar de continuidad) y un esquema de cableado.

La localización de averías deberá ser hecha con la corriente de la red desconectada, con la excepción de aquellas comprobaciones que no puedan hacerse sin tensión.

Asegurarse siempre de que no haya nadie cerca de la bomba cuando se conecta ésta.

Usar la siguiente lista de comprobación como una ayuda para localizar las averías. Se supone que la

bomba e instalación han funcionado antes satisfactoriamente.

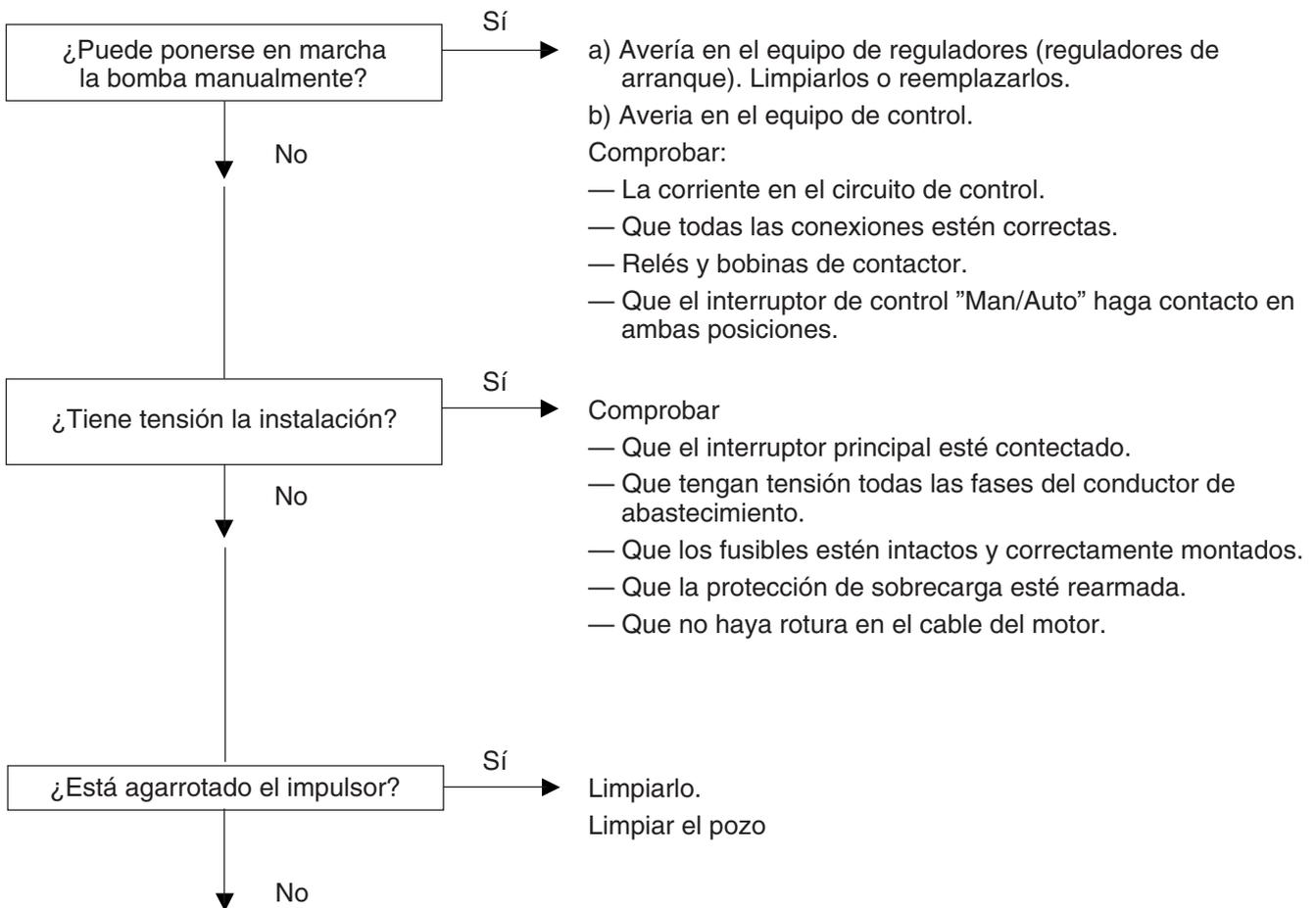
Comprobar que no haya nadie junto a la bomba al conectar la tensión.



Los trabajos de la instalación eléctrica deberá realizarlos un electricista autorizado.

Cumplir con las ordenanzas de instalación locales y tener en cuenta las precauciones de seguridad recomendadas.

1.La bomba no arranca

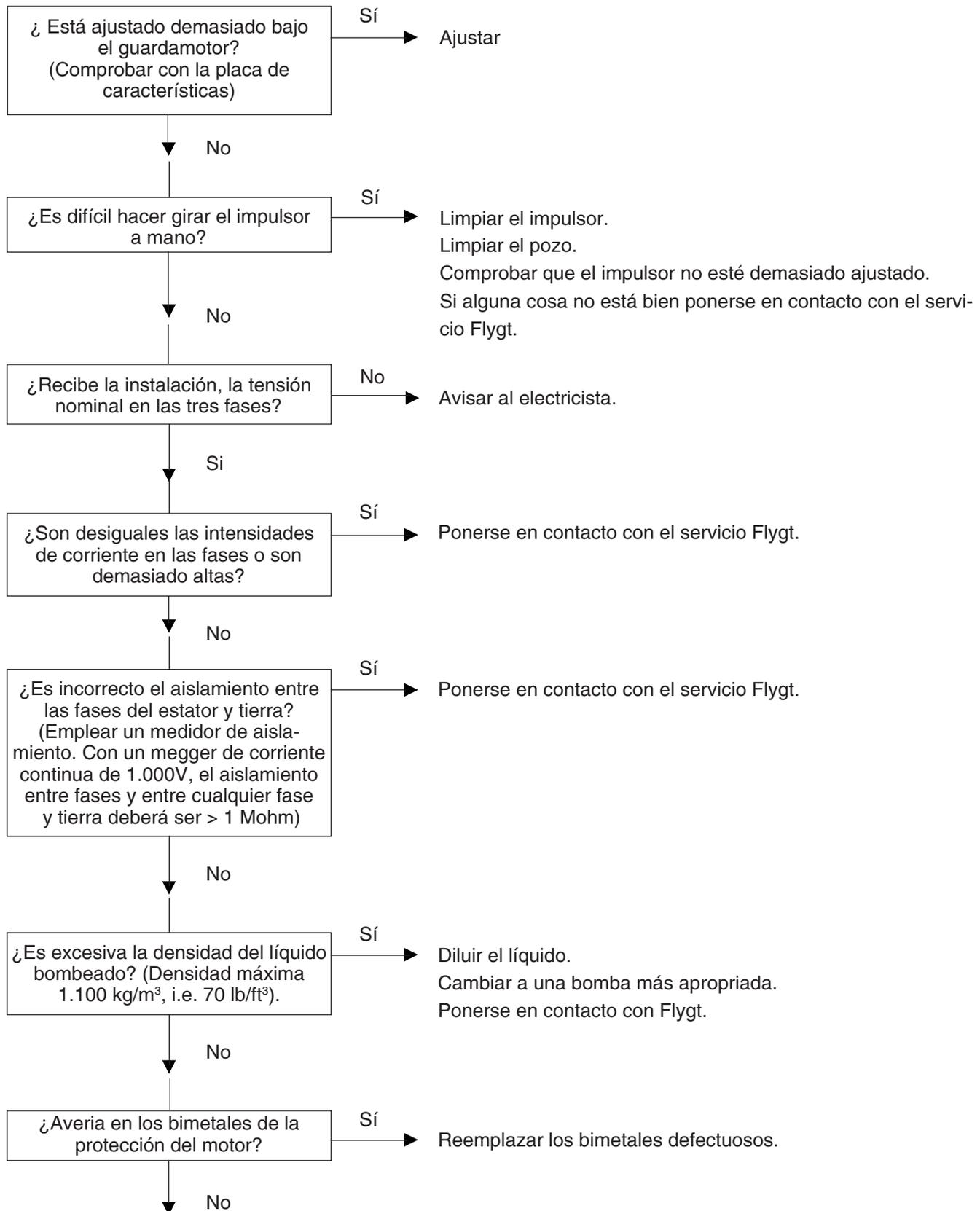


Ponerse en contacto con el taller de servicio Flygt.



¡ADVERTENCIA!
Desconectar la corriente eléctrica antes de controlar el impulsor.

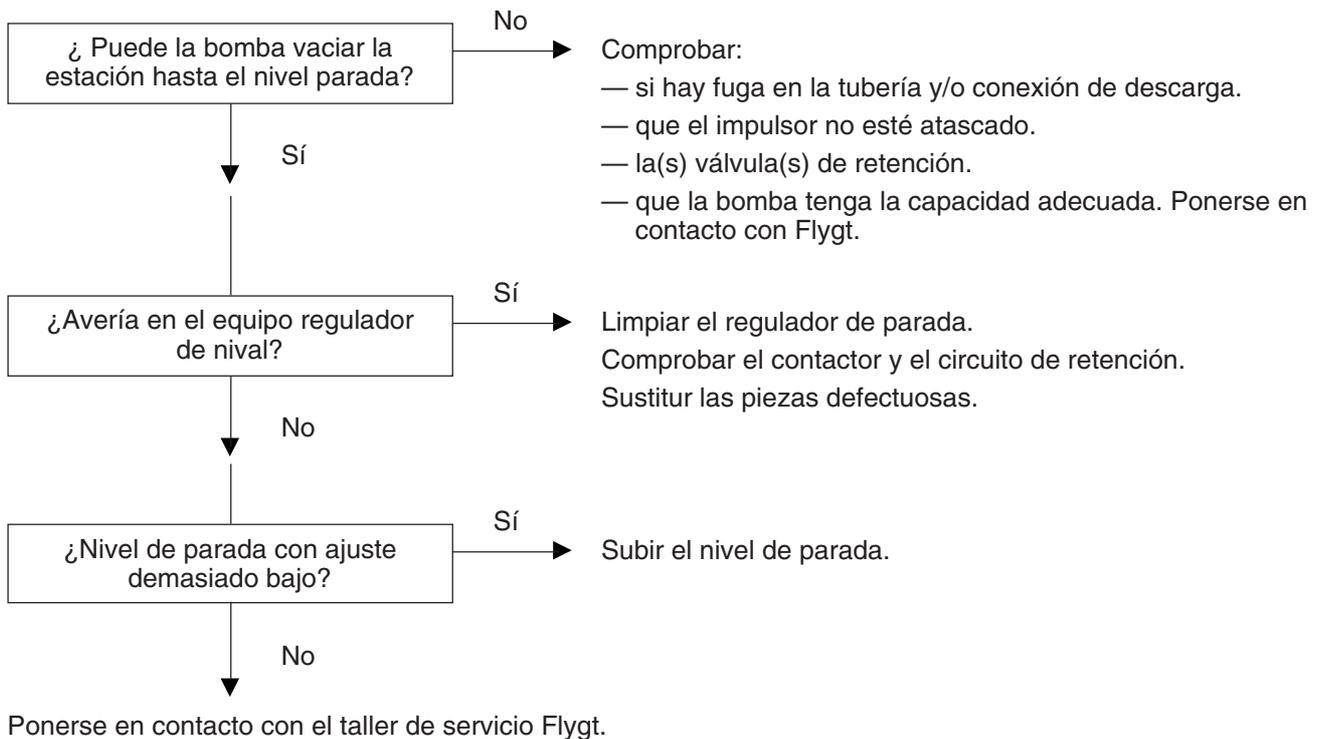
2. La bomba arranca pero la protección del motor desconecta



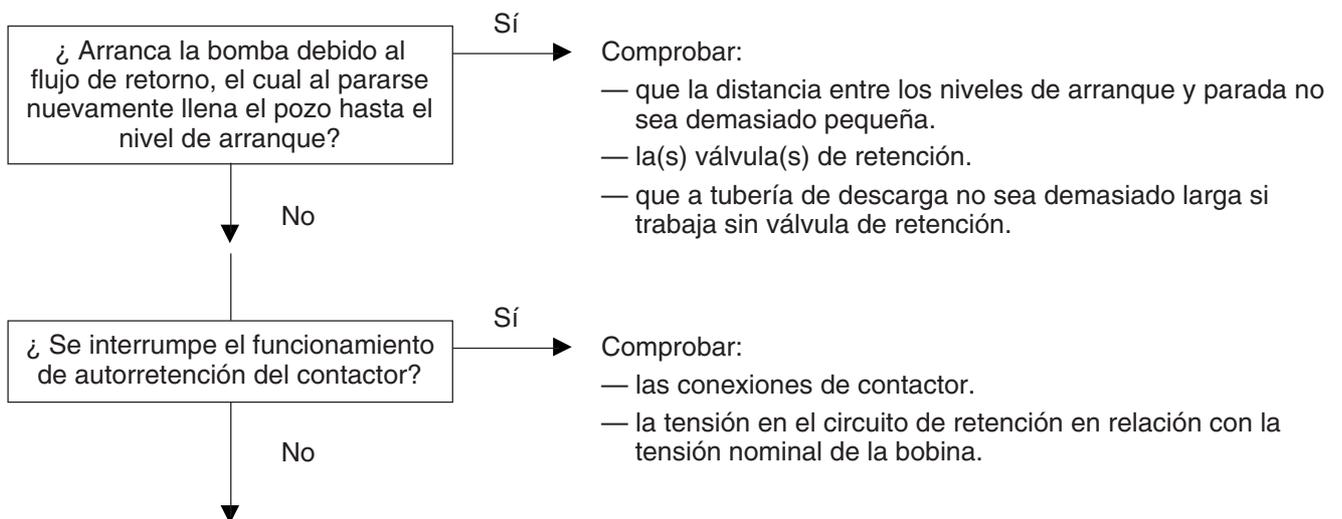
Ponerse en contacto con el taller de servicio Flygt.



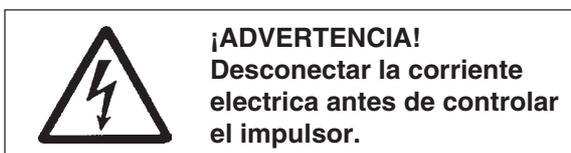
3. La bomba no se para



4. La bomba arranca-se para-arranca en secuencia rápida



Ponerse en contacto con el taller de servicio Flygt.



5. La bomba funciona pero sube muy poca o nada de agua

Comprobar:

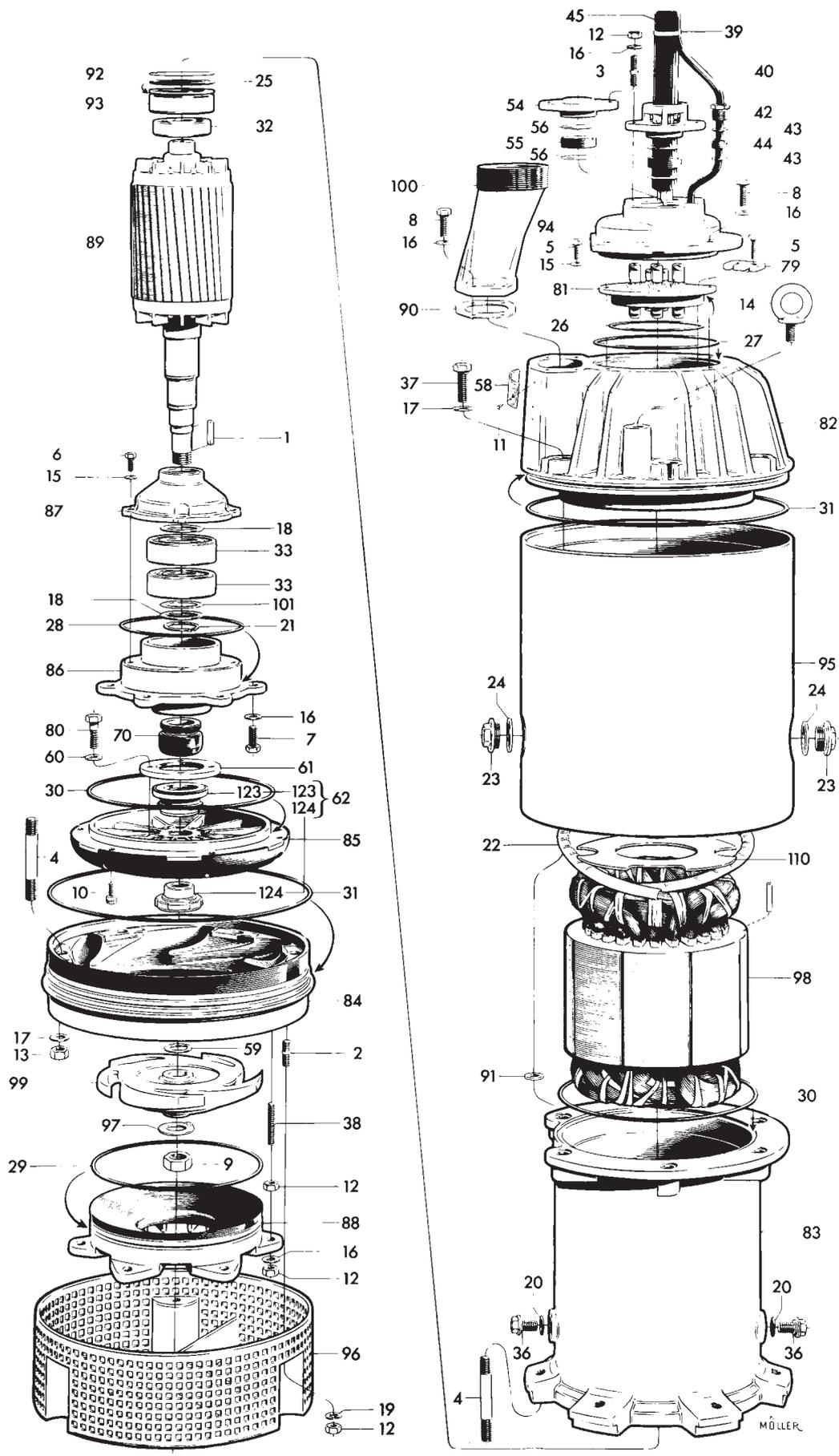
- el sentido de rotación del impulsor. Ver "Antes del Arranque".
- que las válvulas estén abiertas y en buen estado.
- que las tuberías, el impulsor y el colador, si lo hay, no estén atascados.
- que el impulsor gire fácilmente.
- que la altura de aspiración no haya sido alterada.
- que no haya fugas en la instalación de la bomba.
- si están dañadas una varias de las siguientes piezas: el impulsor, el fondo de la bomba, el difusor.

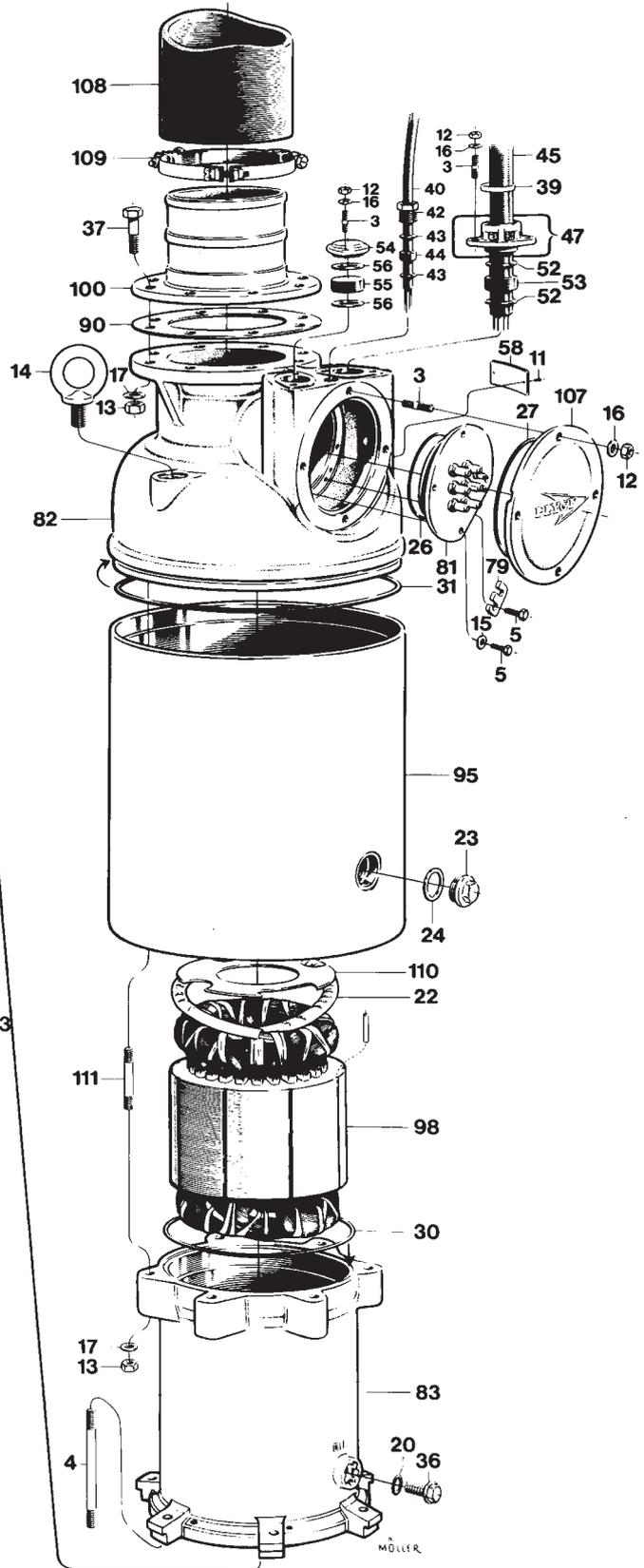
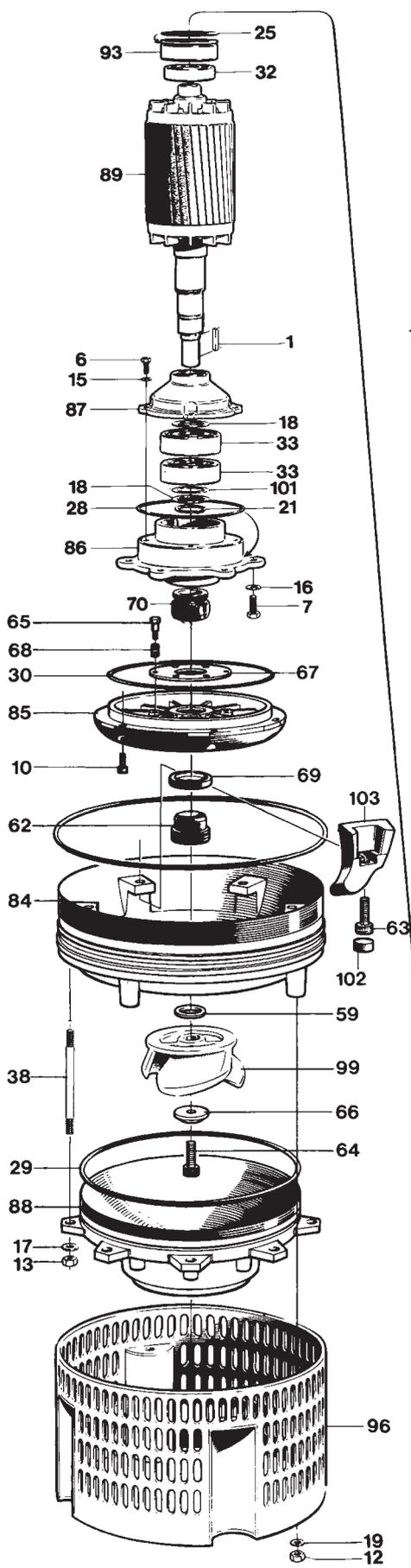
Ver también "Inspección"

No reponer la protección del motor repetidamente si ésta se dispara.

NOTAS DE SERVICIO

Ultima fecha de servicio	Bomba N°	Horas de trabajo	Observaciones	Firma







www.flygt.com

Instalación y mantenimiento

2400



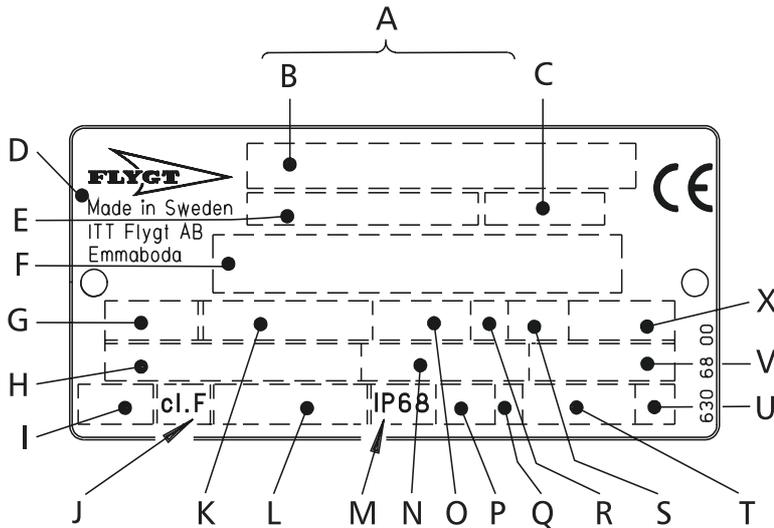
Flygt



ITT Industries

INTERPRETACIÓN DE LA PLACA DE CARACTERÍSTICAS

PLACA GENERAL DE CARACTERÍSTICAS

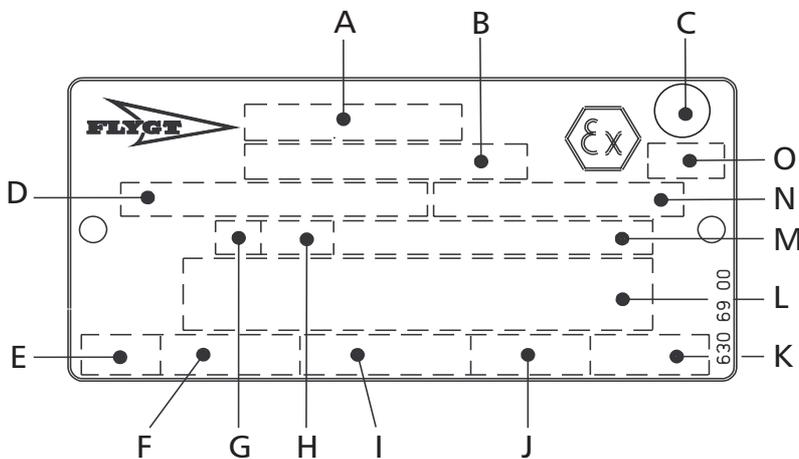


- A Nº fabricación
- B Código de producto + Nº
- C Nº curva / Código de hélice
- D País de origen
- E Nº producto
- F Información adicional
- G Nº fases; Clase de corriente; Frecuencia
- H Tensión nominal
- I Protección térmica
- J Clase de aislamiento
- K Potencia de eje nominal
- L Norma internacional
- M Clase de protección
- N Intensidad de corriente nominal
- O Velocidad rotación nominal
- P Profundidad inmersión máx.
- Q Sentido de rotación: L=izq, R=dcha
- R Clase de funcionamiento
- S Factor de funcionamiento
- T Peso del producto
- U Letra de código de rotor bloqueado
- V Factor de potencia
- X Temperatura ambiente máx

PLACA DE APROBACIÓN

Siempre junto con la placa general de características.

Placa de características EN



- A Aprobación
- B Autoridad homologadora + Nº aprobación
- C Aprobación para clase I
- D Unidad de accionamiento aprobada
- E Tiempo de parada
- F Intensidad de corriente arranque / Intensidad de corriente nominal
- G Clase de funcionamiento
- H Factor de funcionamiento
- I Potencia consumida
- J Velocidad rotación nominal
- K Controlador
- L Información adicional
- M Temperatura ambiente máx.
- N Nº fabricación

INDICE

Seguridad _____	4	Funcionamiento _____	15
Descripción del producto _____	5	Antes del arranque _____	15
Aplicaciones _____	5	Limpieza _____	15
Datos del motor _____	5	Mantenimiento y servicio _____	16
Dimensiones y pesos _____	6	Precauciones de seguridad _____	16
Diseño _____	7	Inspección _____	16
Transporte y almacenamiento _____	8	Inspecciones recomendadas _____	16
Instalación _____	8	Cambio de aceite _____	18
Precauciones de seguridad _____	8	Reemplazo del impulsor _____	18
Instalación de la bomba _____	8	Localización de fallos _____	27
Conexiones eléctricas _____	9	Accesorios y herramientas _____	30
		Notas de servicio _____	31



Nota para la versión Ex

- En entornos explosivos o inflamables sólo está permitido utilizar bombas Ex, de ejecución para estas condiciones de trabajo.
- No abrir la bomba cuando se encuentre presente una atmósfera de gas explosivo.
- Antes de empezar a trabajar con la bomba, comprobar que ésta se encuentre aislada del suministro eléctrico y que no pueda recibir corriente.
- Todo trabajo en la sección del motor para entornos explosivos deberá realizarlo personal autorizado por ITT Flygt.
- Las conexiones eléctricas en el motor a prueba de entornos explosivos deberá realizarlas personal autorizado.
- Los termocontactos deben conectarse al circuito de protección destinado a este fin, de acuerdo con la aprobación del producto.
- Sólo está permitido utilizar la bomba de acuerdo con las características de motor aprobadas que se consignan en las placas de la bomba
- Para el sistema de control automático de nivel mediante regulador de nivel, normalmente se requieren circuitos intrínsecamente seguros si se montan en la zona 0.
- Este equipo debe instalarse de conformidad con las prescripciones de las normas nacionales o internacionales (CEI/EN 60079-14).
- La operación de mantenimiento debe realizarse de conformidad con las normas nacionales o internacionales (CEI/EN 60079-17).
- El límite elástico de los elementos de fijación (sujeción) del producto debe ser conforme con el valor especificado en la tabla de “Material de fijación” que figura en el plano aprobado o las partes especificadas en la lista de componentes del producto.
- De acuerdo con la directiva ATEX la bomba/mezclador EX- debe estar totalmente sumergida. La bomba/mezclador nunca debe funcionar descebadas o con rumorosidad. El arranque o funcionamiento en seco durante el servicio y la inspección de las bombas, se permite solamente fuera del Area de Explosión.
- Además, el usuario debe conocer los riesgos derivados de la corriente eléctrica, así como las características físicas y químicas del gas y/o vapores presentes en las zonas peligrosas.
- ITT Flygt se exime de toda responsabilidad por tareas realizadas por personal no autorizado, sin preparación.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Aplicaciones

La 2400.402.591 es apropiada para:

- agua que pueda contener partículas abrasivas,
- aguas brutas o limpias,
- aguas freáticas,

La 2400.591 ha sido diseñada para su empleo en ambientes explosivos, en conformidad con las siguientes aprobaciones:

EEx d I

EEx d II B T4

Norma Europea 591: EN 50014
EN 50018

La 2400.402.591 se puede suministrar en las siguientes versiones:

MT = Ejecución de caudal medio con un impulsor abierto, de flujo radial y doble aspiración.

HT = Ejecución de gran altura con dos impulsores cerrados de flujo radial.

Temperatura del líquido: máx. 40°C (105°F).

Densidad del líquido: máx. 1100 kg/m³ (9.2 lb per US gal).

El líquido bombeado puede contener partículas de hasta un tamaño equivalente a las aperturas del colador.

pH del líquido a bombear: 6–13.

Profundidad de inmersión: máx. 75 m. (250 ft)

Datos del motor

Potencia nominal:

**90 kW,
3 ~ 50 Hz, 2955 r/min**

Potencia nominal:

**104 kW, (140 Hp)
3 ~ 60 Hz, 3560 r/min**

Tensión V	Corriente nominal A	Corriente de arranque A
380	155	1170
400	149	1255
415	142	1075
440	136	1140
500	118	825
525	113	885
550	109	915
1000	60	475

Tensión V	Corriente nominal A	Corriente de arranque A
380	179	1195
400	170	1260
440	155	1145
460	149	1105
575	118	850
600	113	840



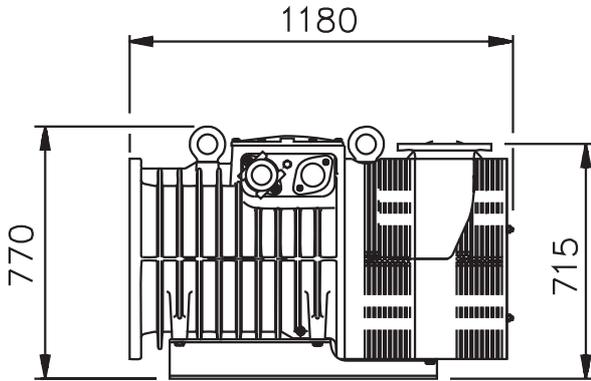
¡ATENCIÓN!

En entornos explosivos o inflamables, sólo está permitido utilizar bombas con la aprobación "Ex".

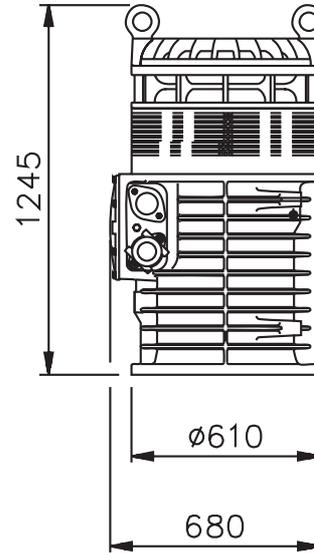
DIMENSIONES Y PESOS

2400.402

Versión MT



Versión HT



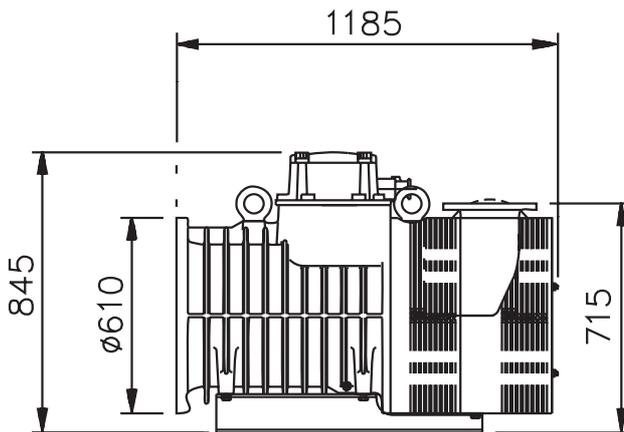
Peso en kg (lb) sin cable de motor.

MT 900 kg (1984 lbs)

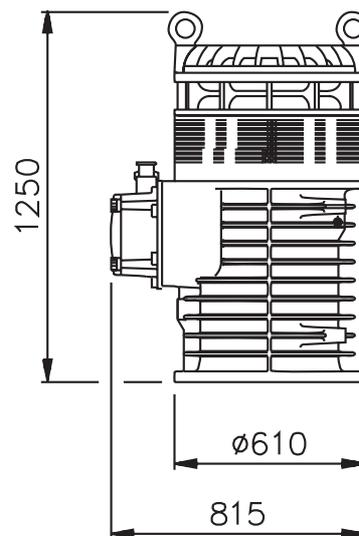
HT 985 kg (2172 lbs)

2400.591

Versión MT



Versión HT



Peso en kg (lb) sin cable de motor.

MT 915 kg (2017 lbs)

HT 1000 kg (2205 lbs)

DISEÑO

1. Motor

Motor trifásico de inducción, en jaula de ardilla, para 50 Hz o 60 Hz.

El arranque del motor se efectúa por arranque directo o Y/D.

El motor puede funcionar en forma intermitente, con un máximo de 15 arranques por hora, espaciados uniformemente.

Los motores Flygt son ensayados de acuerdo a la IEC 34-1.

El estator está aislado de acuerdo con la clase H (180°C, 356°F). El motor ha sido diseñado para suministrar su capacidad nominal tolerando variaciones de $\pm 5\%$ de la tensión nominal. Podrán aceptarse variaciones de $\pm 10\%$ de la tensión de régimen, sin sobrecalentamiento del motor, siempre que éste no funcione continuamente a plena carga.

El motor ha sido diseñado para funcionar con un desequilibrio de tensión de hasta 2 % entre fases.

2. Rodamientos

Los rodamientos de la bomba han sido diseñados para un mínimo de 20 000 horas de funcionamiento.

El rodamiento (principal) consta de dos hileras de bolas de contacto angular.

El rodamiento (inferior) consta de una hilera de rodillos.

Al reemplazar los rodamientos y cuando los de recambio no estén prelubricados deberá llenarse con 260 g

de grasa en el rodamiento principal (2x30 g en cada hilera y 2x100 g en el portarrodamiento y 190 g de grasa en el rodamiento inferior (30 g en el rodamiento y 160 g en el portarrodamiento).

Deberá usarse grasa 90 20 62 (Mobilith SHC 220).

3. Cámara de aceite

El aceite lubrica y refrigera la junta, actuando a manera de barrera entre el motor eléctrico y la unidad hidráulica.

La sobrepresión dentro de la cámara de aceite es reducida por cierto volumen de aire mantenido en el interior.

4. Juntas mecánicas

La bomba tiene dos juntas mecánicas que proporcionan el aislamiento necesario entre el motor eléctrico y el líquido bombeado.

Materiales:

Junta interior: carburo de tungsteno-carburo de tungsteno.

Junta exterior: carburo de tungsteno-carburo de tungsteno.

5. Eje

El eje se suministra con el rotor como pieza integral.

Material del eje: acero inoxidable.

6. Impulsores

La bomba podrá suministrarse con los siguientes tipos de impulsor:

- un impulsor de flujo radial y doble aspiración, fabricado de fundición de hierro aleada con cromo (MT), o
- dos impulsores de flujo radial, fabricados de fundición nodular o fundición de hierro aleada con cromo (HT).

Equipo de control

El estator lleva incorporados tres termocontactos conectados. (Uno por fase.)

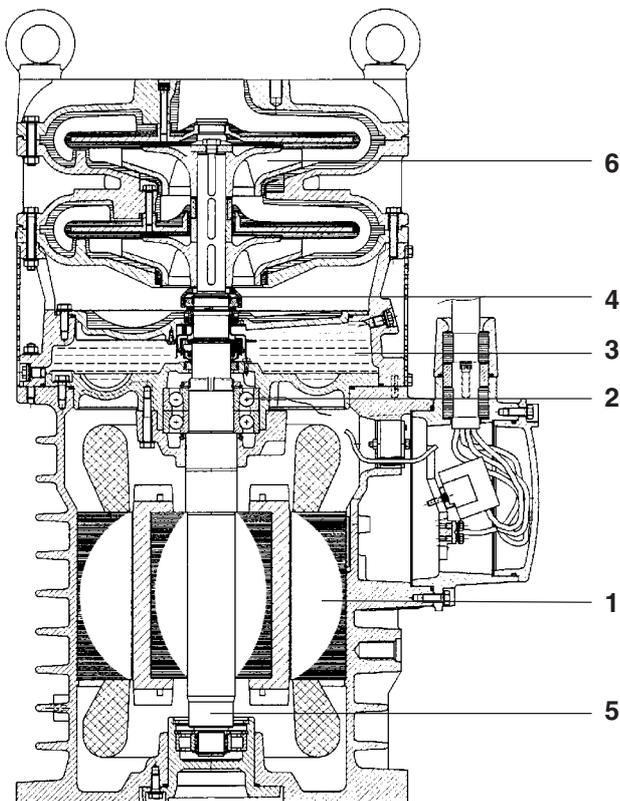
La resistencia de los termocontactos abre a 125°C (260°F) cierran a 95°C (200°F).

El equipo de control deberá contar con un diseño que haga imposible un nuevo arranque automático.

Ver también "Conexiones eléctricas" e instrucciones separadas para equipo de arranque/unidad de control.

Refrigeración

El estator es enfriado por el medio circundante.



Cerciorarse de que el equipo de control incorporado en el producto esté correctamente conectado.

TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

La bomba se puede transportar y almacenar en posición vertical u horizontal, cuidando que no pueda rodar o volcarse.



¡Advertencia!
Levantar siempre la bomba por su anillas de elevación, evitando hacerlo por el cable o la manguera.

La bomba no se congelará mientras esté funcionando o esté sumergida en el líquido. Si se extrae la bomba cuando la temperatura se halla por debajo de cero, es posible que se bloquee el impulsor. Deberá accionarse la bomba por un corto período de tiempo después de haberla sacado, para que expulse toda el agua remanente.

Será posible desbloquear un impulsor congelado manteniendo la bomba sumergida por un corto período de tiempo, antes de su puesta en marcha. Evítese el empleo de llamas directas para descongelar la bomba.

Para períodos de almacenamiento más prolongados, será necesario proteger la bomba contra la humedad y el calor. Se debe girar el impulsor manualmente de vez en cuando (aproximadamente cada dos meses), para evitar que las juntas mecánicas se peguen. Si la bomba es almacenada por más de seis meses, dicho giro es verdaderamente necesario.

Después de haber estado almacenada por un largo período de tiempo, será necesario inspeccionar la bomba antes de su puesta en marcha.

Prestar particular atención a las juntas y a la entrada del cable.

Seguir las instrucciones del apartado “Antes del arranque”.

INSTALACIÓN

Precauciones de seguridad

Con objeto de minimizar el riesgo de accidentes en relación a las tareas de servicio e instalación, deberán seguirse las siguientes normas:

1. Asegurarse que el equipo de elevación se halle en buen estado.
2. Tener en cuenta el riesgo de accidentes eléctricos.
3. Utilizar un casco de seguridad, gafas de seguridad y calzado protector.
4. No ignorar el riesgo de ahogarse.
5. Tener siempre a mano un botiquín de primeros auxilios.



En ciertas instalaciones y puntos de operación de la curva de la bomba, puede excederse el nivel de ruidos de 70 dB o el nivel de ruidos especificado para la bomba en cuestión.

Instalación de la bomba

Tender los cables de manera que no haya codos pronunciados que no puedan ser aplastados.

Connectar la manguera de descarga y el cable del motor. Ver “Conexiones eléctricas”.

Introducir la bomba en el pozo.

Colocar la bomba sobre una base, para evitar que se hunda en pozos con fondo blando. Alternativamente, se podrá colgar la bomba de sus argollas de elevación, de manera que se encuentre ligeramente por encima del fondo.

Consulte a su representante Flygt más cercano, respecto a: selección de equipo periférico/accesorios. Cualquier otro detalle relacionado con la instalación.



Para la instalación en atmósferas explosivas rigen reglas especiales. Normalmente, para los reguladores del sistema automático de control del nivel se precisan circuitos intrínsecamente seguros (“Ex”).

CONEXIONES ELÉCTRICAS

Si la bomba se suministra con el cable del motor sin instalar, o si es preciso efectuar modificaciones o reparaciones, sírvase tener en cuenta que todo el trabajo eléctrico tiene que realizarse bajo la supervisión de un electricista autorizado.

También deberá cumplirse con todos los reglamentos y normas locales.

CONSIDERACIÓN para el modelo Ex
Todo trabajo en la sección del motor a prueba de explosiones deberá ser llevado a cabo por personal autorizado por Flygt.



¡ADVERTENCIA!
Todo equipo eléctrico, tanto relacionado con la bomba como con cualquier equipo de supervisión, deberá estar puesto a tierra. El incumplimiento podrá ocasionar un accidente mortal. Comprobar que el cable de tierra se halle correctamente conectado.

Comprobar que la tensión y frecuencia de la red están de acuerdo con las especificaciones que aparecen en la placa de datos técnicos de la bomba.

El motor puede ser conectado a distintas tensiones, tal como se indica en la placa de datos técnicos.

El equipo de arranque no deberá ser bajo ningún concepto instalado en el pozo de la bomba.

Cuando se necesita un funcionamiento intermitente (ver placa de datos técnicos), la bomba deberá contar con equipo de control que haga posible dicho funcionamiento.

Para evitar filtraciones en la bomba, comprobar:

- que el buje de estanqueidad de entrada del cable y las arandelas se adecue al diámetro exterior del cable. Ver lista de piezas.
- que la camisa exterior del cable no esté dañada. Al montar un cable que ha sido utilizado con anterioridad, cortar siempre un pequeño trozo del mismo, de manera que el buje de estanqueidad de entrada no vuelva a estar en el mismo punto anterior.

¡ATENCIÓN! Por razones de seguridad, el cable de deberá ser 100 mm (4") más largo que los cables de fase. En caso que el cable del motor se desconecte por error, el cable de tierra sería el último en soltarse de su terminal. Esto tiene aplicación en ambos extremos del cable.

Comprobar en la placa de datos técnicos qué tipo de conexión estrella o triángulo, (Y o Δ) es válida para la tensión de alimentación. A continuación, dependiendo de la tensión, disponer la conexión en la placa de bornes, en conformidad con Y o Δ . Ver figura.

Conectar el cable del motor a las conexiones U1, V1, W1 y tierra desde la placa de bornes.

Asegurarse de que la bomba se halla puesta a tierra correctamente.

Ajustar los tornillos de forma que la entrada de cable llegue al fondo.

Colocar la tapa.

Conectar el cable del motor al equipo de arranque. Comprobar la dirección de giro, ver "Antes del arranque".

Cuando el sentido de la rotación sea incorrecto, intercambiar dos de los conductores de fase.

En el estator hay incorporados tres contactos térmicos.

Deberá recordarse que la sobretensión en arranques con arranque directo nominal puede ser hasta seis veces superior a la corriente nominal. En consecuencia, deberá tenerse cuidado para que, tanto los fusibles como los disyuntores tengan el amperaje apropiado.

La tabla (p.3) muestra corrientes nominales y corrientes de arranque. Tanto el cable como el amperaje de los fusibles deberán seleccionarse en conformidad con las normas locales.

Recordar que, con cables largos, será necesario tomar en cuenta la caída de tensión en el cable, ya que la tensión nominal del motor es la medida en el tablero de terminal es de la bomba.

La protección contra sobrecargas (disyuntor de protección del motor) deberá ajustarse, para arranque directo, a la corriente nominal del motor, tal como se indica en la placa de características.

Caja amurada

Una unidad de entrada de cables deberá moldearse hermética a los gases, hacerse en la pared o techo del pozo, cuando:

- los cables del motor se tienden directamente desde el pozo descarga (sin a tierra) a un lugar fuera de la zona con peligro de explosión.
- los cables de puesta a tierra no herméticos a los gases pasan a través de un tubo subterráneo protector a una caja de control eléctrico.

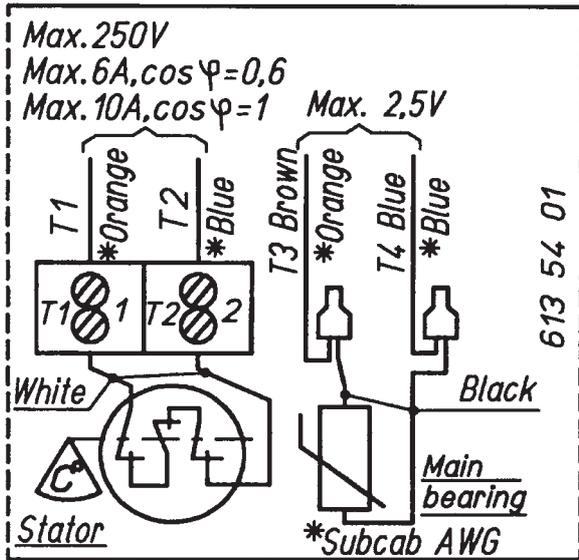
Empalme de cables

Cuando sea necesario alargar los cables del motor deberán realizarse los empalmes con el tipo de resina fundida o tubos retractibles permitidos para zonas explosivas y con cajas de conexión a prueba de explosiones. (Deberán seguirse las instrucciones del fabricante para este equipo).

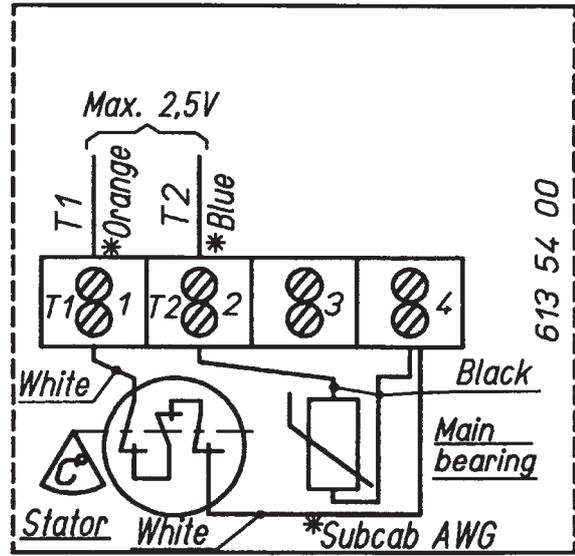


Cerciorarse de que el equipo de control incorporado en el producto esté correctamente conectado.

Placa de conexiones
2400.402



Placa de conexiones
2400.591



2400.402

50/60 Hz trifásico con placa de bornes

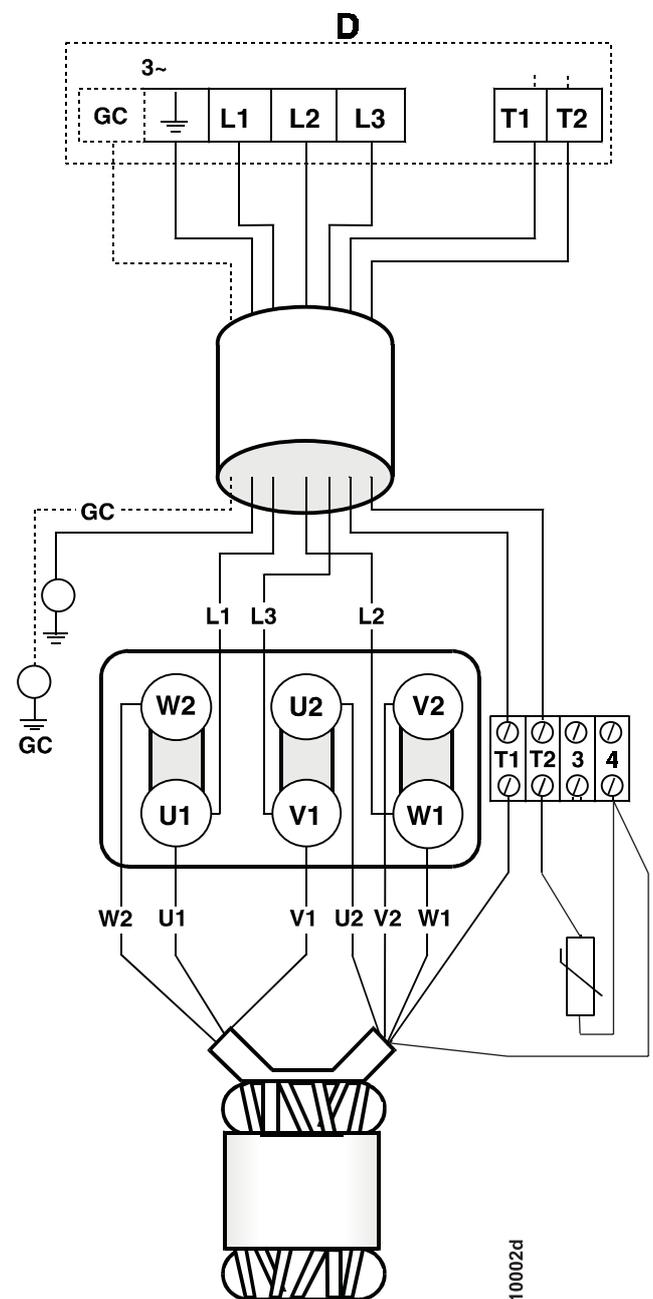
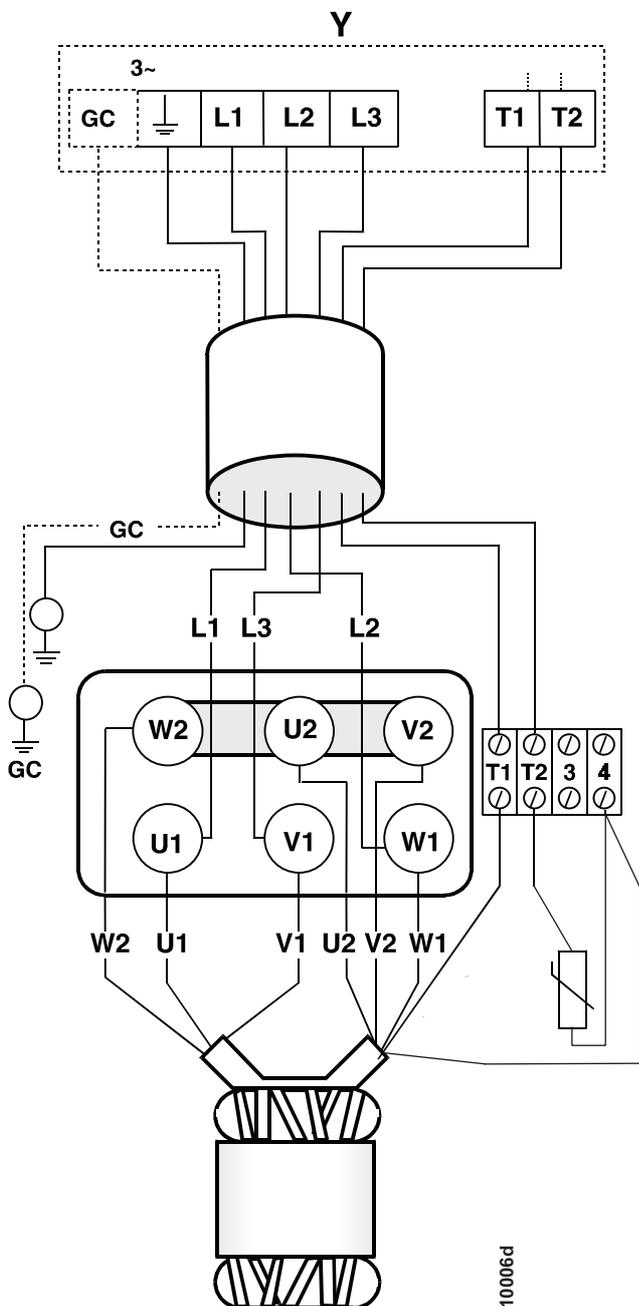
NSSHÖU + 3/E

Red	Conductor	Placa de bornes
L1	Marrón	U1
L2	Azul alt. Gris	W1
L3	Negro	V1
Tierra (PE)	Amarillo	
Groundcheck		GC
T1 y T2	Negro	T1, T2
T3 y T4	Negro	T3, T4

Los conductores del estator se conectan a la placa de bornes de la siguiente manera:

Conductores del estator	Conexión a la placa de bornes
U1, rojo	U1 (S1)
V1, marrón	V1 (S2)
W1, amarillo	W1 (S3)
V2, azul	V2 (S5)
W2, negro	W2 (S6)
U2, verde	U2 (S4)

Conectar los conductores de control desde el circuito de control del motor a T1 y T2.



2400.402

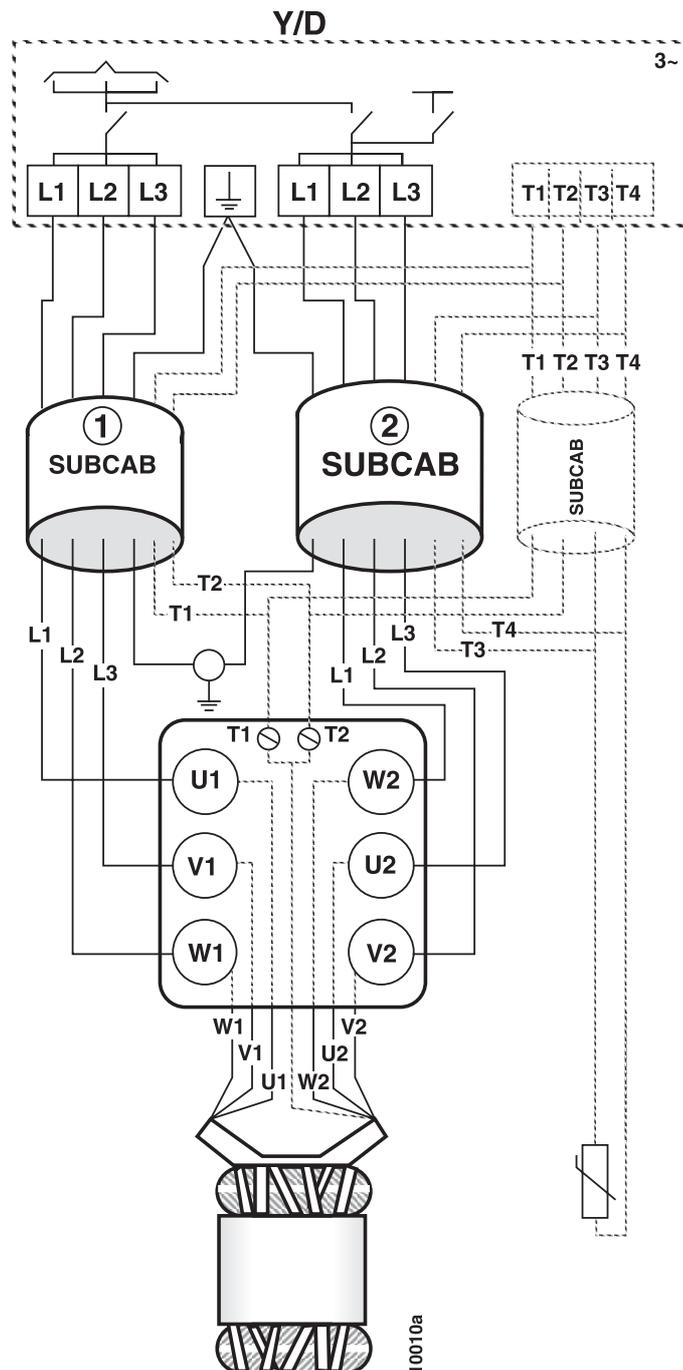
50/60 Hz trifásico con placa de bornes

NSSHÖU + 3/E

Red	Conductor	Placa de bornes	Conductores del estator	Conexión a la placa de bornes
L1	Marrón	U1	U1, rojo	U1 (S1)
L2	Azul alt. Gris	W1	V1, marrón	V1 (S2)
L3	Negro	V1	W1, amarillo	W1 (S3)
Tierra (PE)	Amarillo		V2, azul	V2 (S5)
Groundcheck		GC	W2, negro	W2 (S6)
T1 y T2	Negro	T1, T2	U2, verde	U2 (S4)
T3 y T4	Negro	T3, T4		

Los conductores del estator se conectan a la placa de bornes de la siguiente manera:

Conectar los conductores de control desde el circuito de control del motor a T1 y T2.



2400.591

50/60 Hz trifásico con placa de bornes

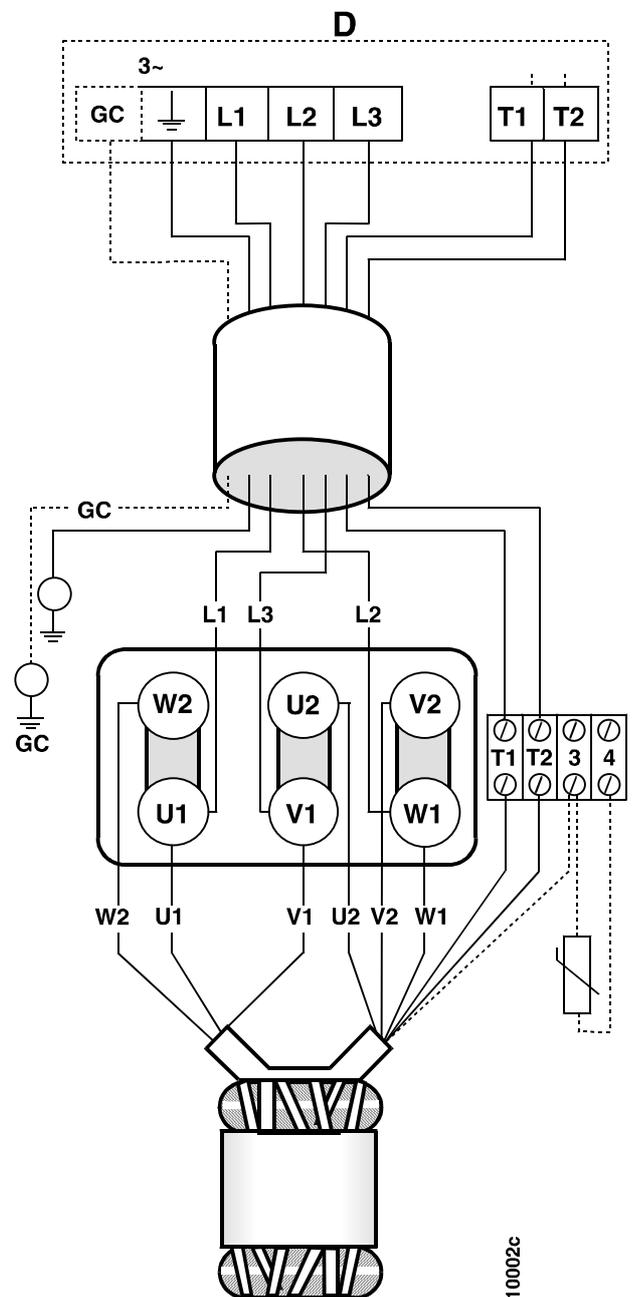
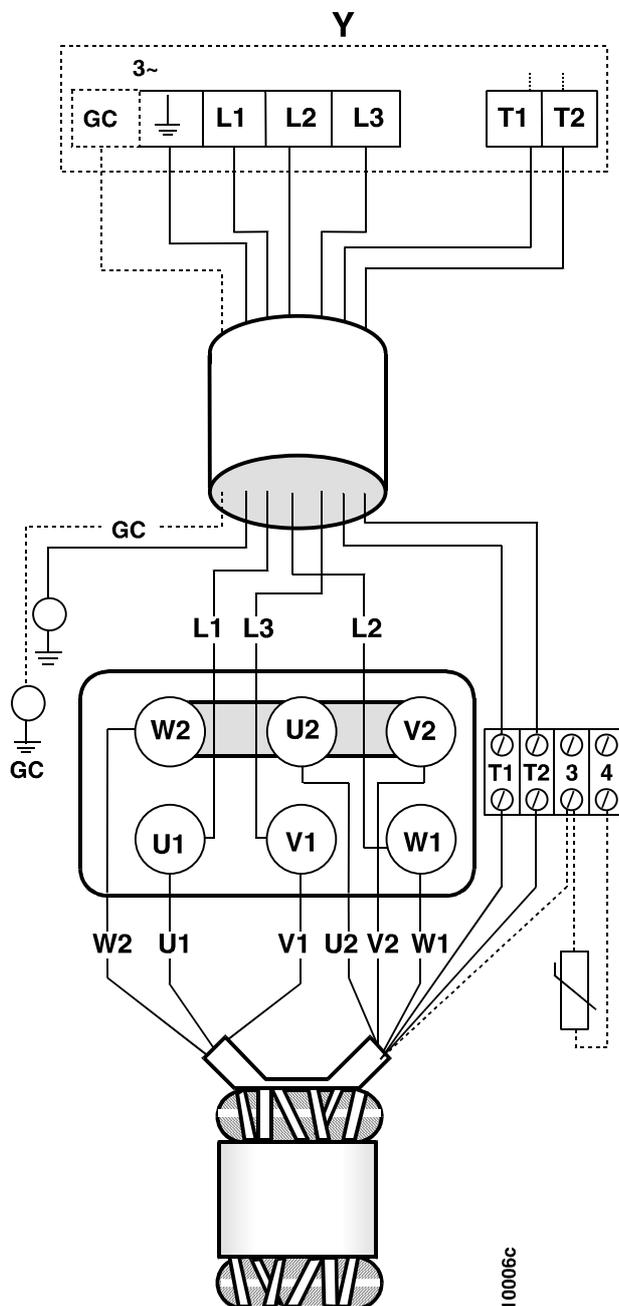
NSSHÖU + 3/E

Red	Conductor	Placa de bornes
L1	Marrón	U1
L2	Azul alt. Gris	W1
L3	Negro	V1
Tierra (PE)	Amarillo	
Groundcheck		GC
T1	Negro	T1
T2	Negro	T2

Los conductores del estator se conectan a la placa de bornes de la siguiente manera:

Conductores del estator	Conexión a la placa de bornes
U1, rojo	U1 (S1)
V1, marrón	V1 (S2)
W1, amarillo	W1 (S3)
V2, azul	V2 (S5)
W2, negro	W2 (S6)
U2, verde	U2 (S4)

Conectar los conductores de control desde el circuito de control del motor a T1 y T2.



2400.591

50/60 Hz trifásico con placa de bornes

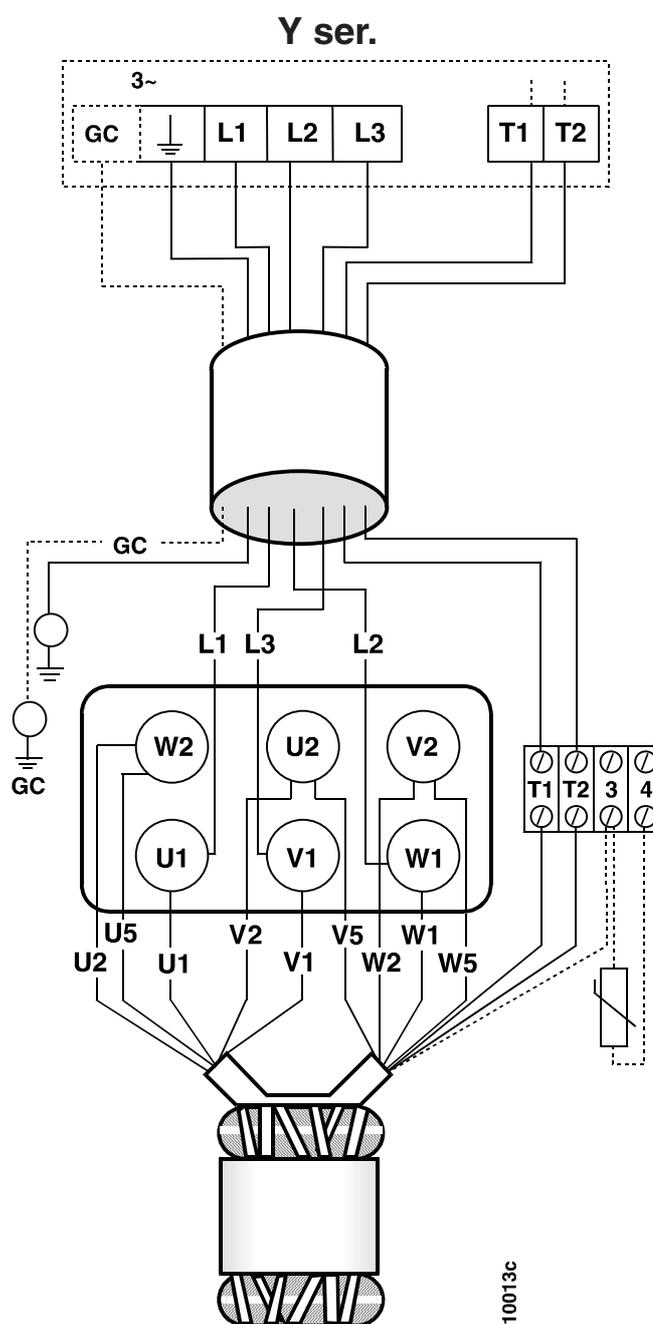
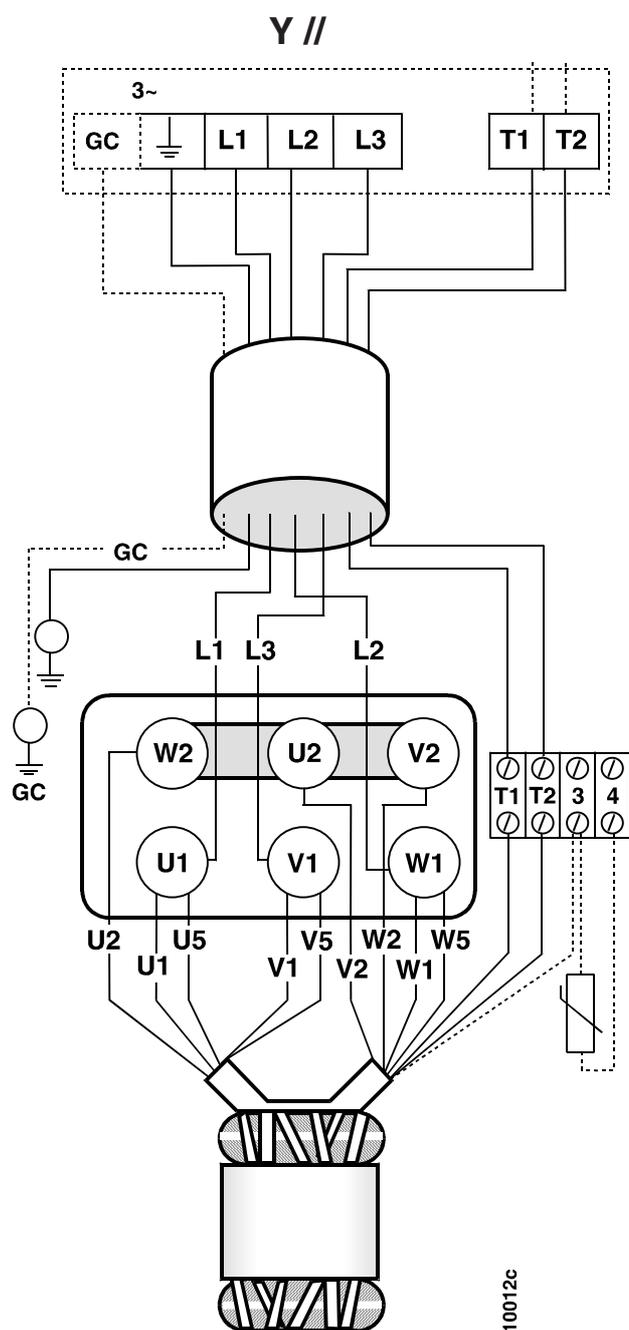
NSSHÖU + 3/E

Red	Conductor	Placa de bornes
L1	Marrón	U1
L2	Azul alt. Gris	W1
L3	Negro	V1
Tierra (PE)	Amarillo	
Groundcheck		GC
T1	Negro	T1
T2	Negro	T2

Los conductores del estator se conectan a la placa de bornes de la siguiente manera:

Conductores del estator	Conexión a la placa de bornes
U1, rojo	U1 (S1)
V1, marrón	V1 (S2)
W1, amarillo	W1 (S3)
V2, azul	V2 (S5)
W2, negro	W2 (S6)
U2, verde	U2 (S4)

Conectar los conductores de control desde el circuito de control del motor a T1 y T2.



FUNCIONAMIENTO

Antes del arranque

Comprobar el nivel en la cámara de aceite.

Quitar los fusibles o abrir el disyuntor y comprobar que es posible girar el impulsor manualmente.

Comprobar que el equipo de control funciona correctamente.

Comprobar la dirección de rotación. Ver figura. El impulsor deberá girar en la dirección de las agujas del reloj, visto desde arriba. Al arrancar, la bomba dará una sacudida en dirección opuesta al sentido de giro del impulsor.



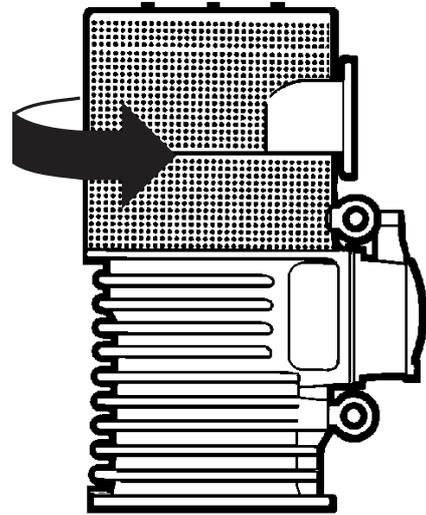
¡ATENCIÓN!
Tener cuidado con la sacudida de arranque, que puede ser potente.

Limpieza

Cuando la bomba haya funcionado en aguas muy sucias, deberá dejarse que funcione por cierto período en agua limpia o lavarla por la conexión de descarga. De quedar arcilla, cemento u otro material similar, en la bomba, podría atascarse el impulsor y la junta mecánica afectando el funcionamiento de la bomba.

Durante largas períodos sin funcionar, será necesario poner en marcha la bomba cada dos meses, para impedir que se peguen las juntas mecánicas.

Sacudida de arranque



MANTENIMIENTO Y SERVICIO



¡NOTA relativa a la versión Ex!
Todo trabajo en la sección del motor a prueba de explosiones deberá realizarse por personal de Flygt o por personal autorizado por Flygt.

Flygt no asumirá responsabilidad alguna por trabajos llevados a cabo por personal no capacitado o no autorizado.

Precauciones de seguridad

Es importante tener en cuenta los puntos siguientes, para todo trabajo a realizarse en la bomba:

- asegurarse de que se ha limpiado la bomba a fondo.
- seguir las normas locales de seguridad.

Con el fin de evitar daños en los ojos mantener un trapo sobre el tornillo del cárter de aceite cuando se saquen éstos.

De no hacerse así, la presión que puede haberse acumulado en el interior de la bomba debido a las filtraciones del líquido bombeado dentro de la bomba, puede causar salpicaduras que afecten a los ojos o a la piel.

Inspección

Mediante una inspección regular y un mantenimiento preventivo, se conseguirá un funcionamiento más confiable.

Deberá inspeccionarse la bomba al menos dos veces al año, más frecuentemente cuando las condiciones de funcionamiento sean severas.

Bajo condiciones normales de funcionamiento, debería someterse la bomba a una revisión general en un taller de servicio una vez al año. Esta tarea requiere herramientas especiales, por lo que debería realizarse en un taller de servicio autorizado.

Cuando la bomba es nueva o cuando se hayan sustituido las juntas mecánicas, se recomienda realizar una inspección a la semana de funcionamiento.

Contrato de servicio de mantenimiento

Flygt o sus representantes ofrecen contratos de servicio, en confirmidad con un plan de mantenimiento preventivo. Para mayor información, rogamos se ponga en contacto con su representante Flygt.



¡ADVERTENCIA!
Antes de iniciar cualquier trabajo en la bomba, deberá cuidarse que la misma esté desconectada del suministro energético y que no pueda activarse.

Inspecciones recomendadas:

Inspección de	Tarea a realizar
Partes visibles en la bomba y la instalación	Sustituir o reparar piezas desgastadas o dañadas. Comprobar que todos los tornillos, pernos y tuercas estén ajustados. Comprobar el estado de las anillas de elevación, cadenas y cables de acero.
Carcasa de bomba e impulsor	Sustituir las piezas desgastadas, si afectan el normal funcionamiento de la bomba.
Estado del aceite	Una comprobación del estado del aceite podrá indicar si se han producido filtraciones. Nota: Es posible confundir una mezcla aire/aceite con una mezcla agua/aceite. Extraer una pequeña cantidad de aceite del fondo, utilizando una bomba de drenaje de aceite 83 95 42 o equivalente. Cambiar el aceite cuando se encuentre fuertemente emulsionado (aspecto cremoso) o cuando la cámara de aceite contenga agua separada. Ver "Cambio de aceite". Comprobar nuevamente una semana después del cambio del aceite. En caso de que el aceite contenga, una vez más, agua excesiva, el fallo podrá ser: — que un tornillo de inspección no está suficientemente ajustado. — que el aro tórico de un tornillo de inspección o su superficie de asiento está dañada. — que la junta mecánica inferior está dañada. Ponerse en contacto con un taller de servicio Flygt.

Inspecciones recomendadas:

Inspección de	Tarea a realizar
Cantidad de aceite	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"><p>¡ADVERTENCIA! De existir una filtración por el sello, es posible que la cámara del aceite se halle bajo presión. Colocar un trapo sobre el tapón del aceite para impedir salpicaduras. Para mayor información, ver “Precauciones de seguridad”.</p></div> <p>Comprobar que el aceite llega hasta la boca del agujero, cuando la bomba está acostada, con el agujero del aceite hacia arriba.</p>
Líquido en la carcasa del estator	<p>En caso de que haya agua en la carcasa del estator, el fallo podrá ser:</p> <ul style="list-style-type: none">— que un aro tórico esté dañado.— que la entrada del cable tenga filtraciones. <p>Cuando haya aceite en la carcasa del estator, la causa podrá ser:</p> <ul style="list-style-type: none">— que la junta mecánica interior esté dañada. Ponerse en contacto con un taller de servicio Flygt.— que un aro tórico esté dañado.
Sistema de refrigeración	Lavarlo cuando el flujo por el sistema se vea parcialmente restringido.
Entrada de cable	<p>Asegurarse de que las mordazas del cable estén apretadas. Si la entrada de cable muestra filtraciones:</p> <ul style="list-style-type: none">— comprobar que la entrada esté apretada a fondo.— cortar un trozo del cable, de forma que el buje de goma ajuste sobre una nueva porción del cable.— sustituir el buje de goma.— comprobar que el buje de goma y las arandelas correspondan al diámetro exterior de los cables.
Cables	Sustituir el cable cuando su aislamiento esté dañado. Asegurarse de que los cables no presenten codos agudos y ni estén aplastados.
Equipo de arranque	De encontrarse averiado, ponerse en contacto con un electricista.
Sentido de giro de la bomba (requiere tensión)	Intercambiar dos conductores de fase si el impulsor no gira en dirección de las agujas del reloj, visto desde arriba. Todo giro en dirección equivocada reduce la capacidad de la bomba y puede sobrecarga el motor. Controle el sentido de giro con funcionamiento de la bomba en vacío , cada vez que vuelve a conectarse.
Tuberías, válvulas y equipo periférico	Reparar el fallo y notificar al supervisor cualquier defecto encontrado.

Cambio de aceite



¡ADVERTENCIA! Si existen filtraciones por la junta mecánica, la cámara de aceite podría estar bajo presión. Coloque un trapo sobre el tapón del aceite, para impedir salpicaduras.

Desenroscar el tornillo de drenaje y vaciar el aceite. Cuando se haya drenado todo el aceite volver a rosca el tornillo.

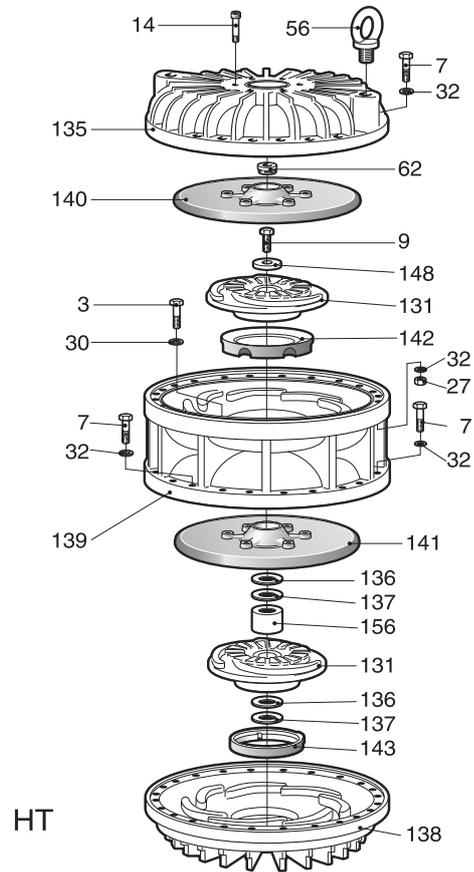
Desenroscar el tornillo de nivel de aceite y el tornillo de llenado de aceite.

Llenar con aceite nuevo hasta que éste salga por el agujero del nivel de aceite (aprox. 11,4 litros). Volver a rosca el tornillo. Par de apriete 10–20 Nm.

Se recomienda aceite de parafina con una viscosidad similar a ISO VG 15 (por ej. Mobil Whiterex 307-309). La bomba se suministra de fábrica con este tipo de aceite.

En aplicaciones en las que la toxicidad carezca de importancia, puede usarse un aceite mineral con una viscosidad de hasta ISO VG 32.

Reemplazar siempre los anillos tóricos de los tornillos de aceite.



Reemplazo del impulsor, versión HT

Extracción del impulsor



¡ADVERTENCIA! Los impulsores desgastados pueden tener bordes muy filosos.

Soltar los tornillos que unen los anillos difusores superior e inferior (135 y 139, respectivamente) para el impulsor exterior (131).

Colocar un cabo en las anillas de elevación (56) y sacar la parte superior de paletas directrices. Tener en cuenta que la parte exterior de paletas directrices (140) seguirá con la anterior.



Soltar el tornillo del impulsor (9) y quitar la arandela (148) que se encuentra debajo.



Luego puede quitarse el impulsor (131) empleando dos hierros (84 08 60). Quitar la chaveta (1).



Quitar las dos mitades del colador (158 y 159) soltando los tornillos (2). Luego puede sacarse el siguiente anillo difusor (139) después de quitar los tornillos que los unen. Tener en cuenta que uno de cada dos pernos está enroscado en el cárter de aceite (153). Emplear un cabo.

En el anillo difusor (139) se encuentra el disco interior de paletas directrices (141). Si hace falta soltar éste, deberá desmontarse primeramente el anillo de desgaste (142). La manera más simple de efectuar esto es con un par de destornilladores. Luego queda accesible la unión por tornillos (3) que sostiene el disco de paletas directrices (141).



Luego se quitará el manguito (156).

Si se ha agarrotado al corroerse, emplear un extractor. También puede soltarse al mismo tiempo que se fuerza hacia abajo el impulsor interior (131) de la misma manera que el exterior.



Se retira el anillo difusor (138) y luego se sacan las arandelas de ajuste (136 y 137) del impulsor.



Montaje del impulsor

Empezar montando una claveta (1) en la ranura más interior del eje. Montar también las arandelas de ajuste (136, 137) que puedan necesitarse.



Colocar luego el anillo difusor (138), sujetarlo temporalmente con algunos tornillos (7) de modo que quede en su posición correcta, lo cual es muy importante para continuar el ajuste del impulsor.



Colocar el impulsor interior (131).



Hacer entrar el manguito (156) en el eje.

Montar ahora el disco de paletas directrices (141) en el anillo difusor (139) que ha de quedar en medio de los dos impulsores.



Colocar la herramienta de ajuste 400 21 00 en el anillo difusor, tal como muestra la figura. Enroscar de modo que el tornillo de la herramienta apenas toque el disco de paletas directrices (141).



Colocar el manguito de montaje 398 60 00 encima del eje contra el impulsor (131) y apretar con el tornillo (9) del impulsor. El par de apriete es de 200 Nm (147 ft lb). Emplear la llave dinamométrica 84 15 64. El manguito de montaje 398 60 00 está destinado a dar a las arandelas de ajuste la precisión correcta.

Desplazar ahora la herramienta de ajuste 400 21 00 desde el disco de paletas directrices al impulsor al mismo tiempo que se invierte la herramienta 180° sin tocar la posición del tornillo. Colocar la herramienta hacia abajo, tal como muestra la figura y controlar que el juego entre la cabeza del tornillo de la herramienta y el impulsor sea de 0,1–0,2 mm (0,004"–0,008"). Ajustar con ayuda de las arandelas de ajuste (136 y 137) que están situadas debajo del impulsor.

Desmontar ahora el manguito de montaje 398 60 00. Montar el anillo difusor (139) con su disco de paletas directrices (141). Apretar los tornillos (7).

Repetir el mismo procedimiento para el ajuste del impulsor exterior (131), pero sin manguito de montaje 398 60 00.



Cuando se termine el ajuste fino, colocar el anillo difusor superior (135).

Controlar luego al ajuste fino empleando un dado de llave 84 13 96, una barra de extensión 84 15 51 y una empuñadura 84 10 16. Colocar el dado en el tornillo del impulsor y girar todo el eje con el impulsor durante algunas vueltas para comprobar que los impulsores no tocan contra los anillos difusores.

Luego colocar el tapón del tornillo (62) en el disco de difusor (140).

Para que la bomba trabaje con la máxima capacidad, el impulsor deberá ajustarse regularmente.

Es particularmente importante mantener la tolerancia entre el difusor inferior y el impulsor al mínimo posible.



Reemplazo del impulsor, versión MT

Desmontaje del impulsor

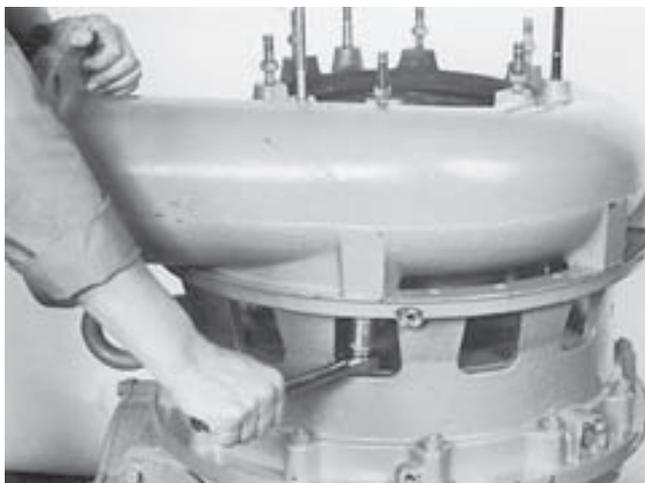
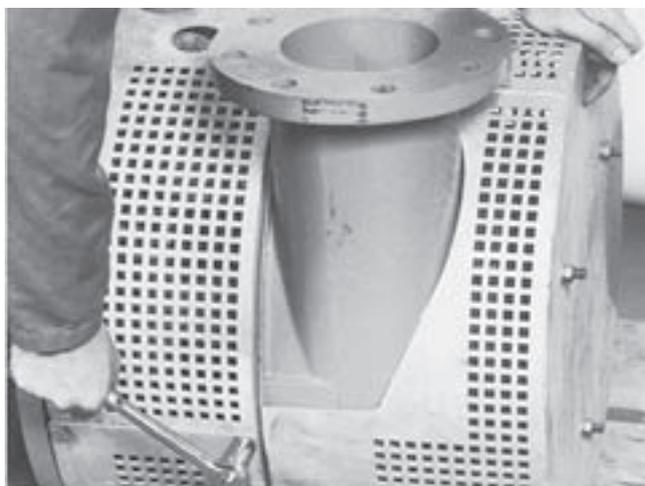


¡ATENCIÓN!
Los impulsores desgastados
pueden tener bordes cortantes.

Quitar primero las rejillas (160).

Quitar la tapa de aspiración exterior (132) y el impulsor (131), si fuera necesario utilizando un extractor de tres patas.

Soltar los tornillos (6) que retienen el caracol de la bomba (130).



Quitar la envoltura de la bomba con la tapa de aspiración interior (132). Soltar luego la tapa de aspiración interior (132) de la envoltura de la sección de la bomba. Quitar las chavetas del eje.

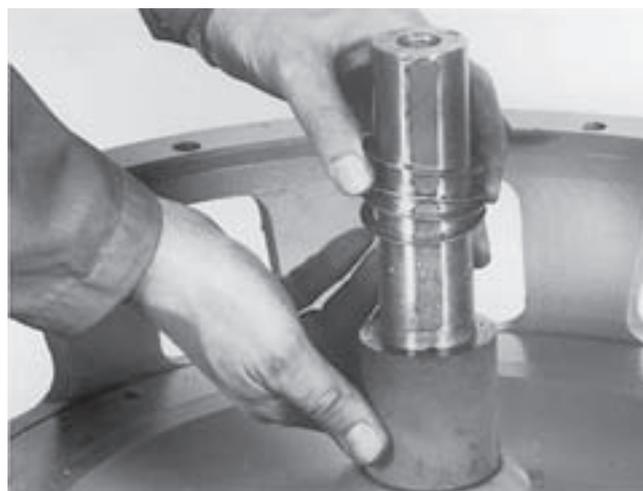
Por lo demás obrar como en la versión HT.



Versión MT

Montaje del impulsor

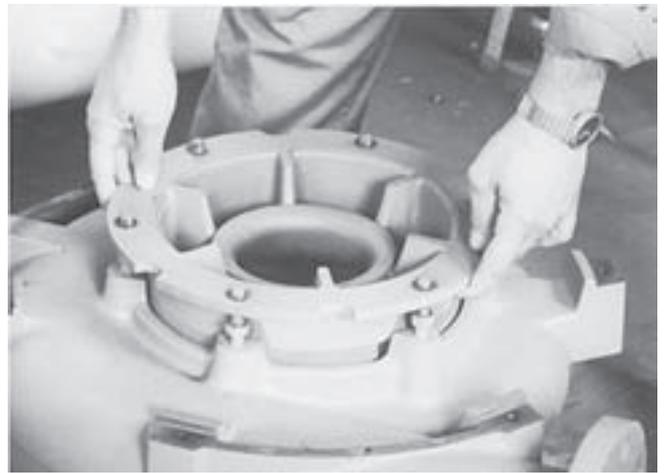
Empezar montando el manguito (156) y las chavetas en el eje.



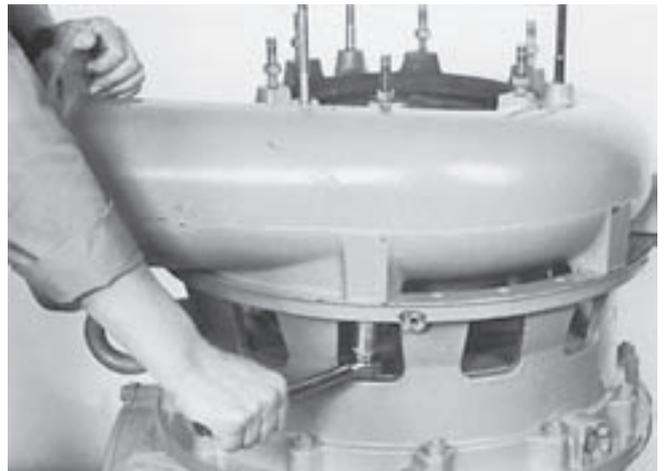
Montar la tapa de aspiración interior (132) en la carcasa de bomba (130). Controlar que el anillo tórico (49) esté en su sitio.



La tapa de aspiración (132) se colocará en posición hacia afuera de modo que las tuercas exteriores (27) cojan en algunas filetas de rosca.

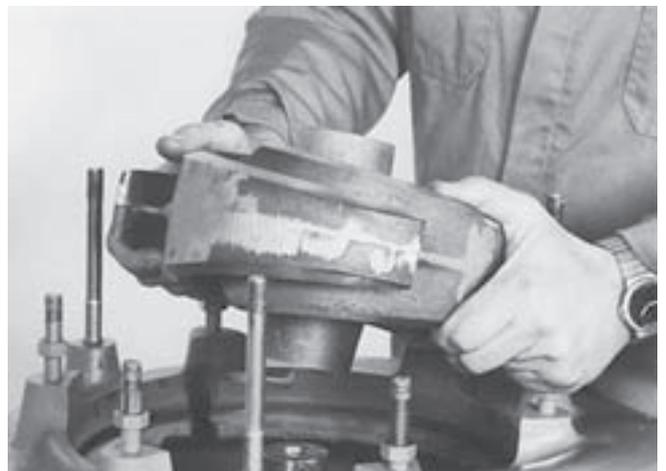


Luego se montará la carcasa de bomba (130) con sus tornillos.



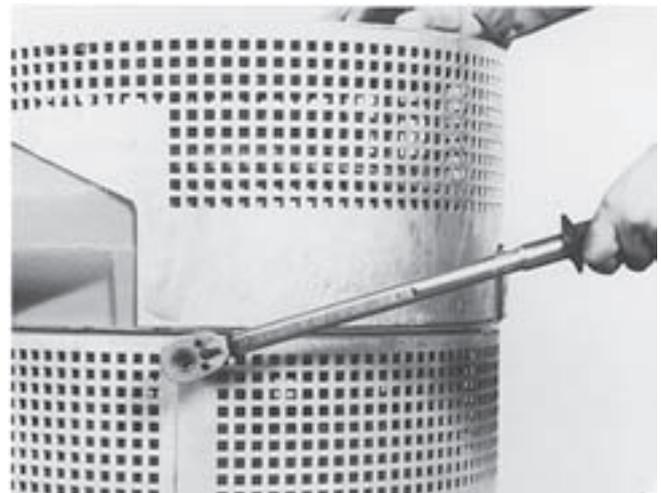
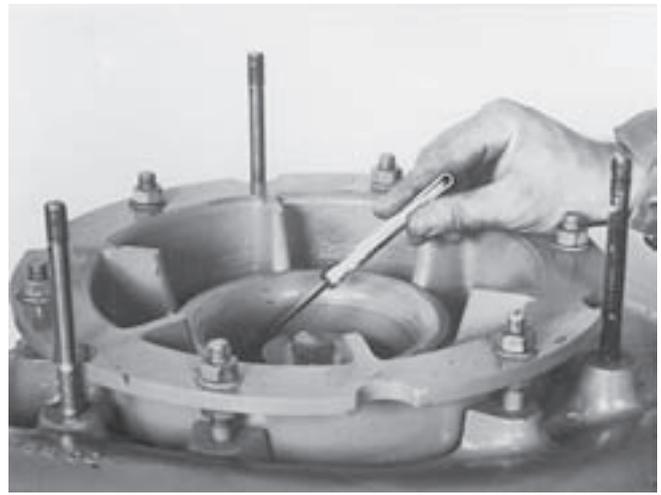
Colocar ahora el impulsor (131) con el extremo de cubo más largo hacia el motor. Apretar el impulsor con un par de apriete de 200 Nm (147 ft lb). Emplear la llave dinamométrica 89 15 64.

Montar luego la tapa de aspiración exterior (132) y ajustar contra el impulsor (131) empleando las tuercas (27), de modo que se obtenga un juego mínimo y por igual entre el impulsor y la tapa de aspiración.



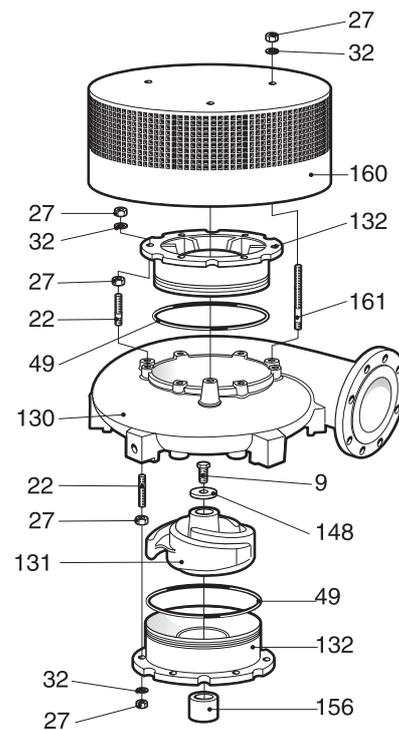
Emplear la llave de cubo para tuercas 84 13 96, el alargador 84 15 51 y la empuñadura 84 10 16 para apretar el tornillo (9) de impulsor. Girar el eje durante el ajuste de modo que pueda cerciorarse de que no se agarrota en ningún punto.

Poner los coladores.



NOTA!

En cuanto a instrucciones para revisiones de importancia, tener a bien ver el manual de taller de este producto o ponerse en contacto con el representante de Flygt.



MT

LOCALIZACION DE FALLOS

Para la localización de fallos en el equipo eléctrico se requerirá un multímetro (VOM), una lámpara de pruebas (probador de continuidad) y un diagrama de cableado.

La localización de fallos se realizará con el suministro energético desconectado y bloqueado, a excepción de aquellas comprobaciones que no pueden realizarse sin tensión.

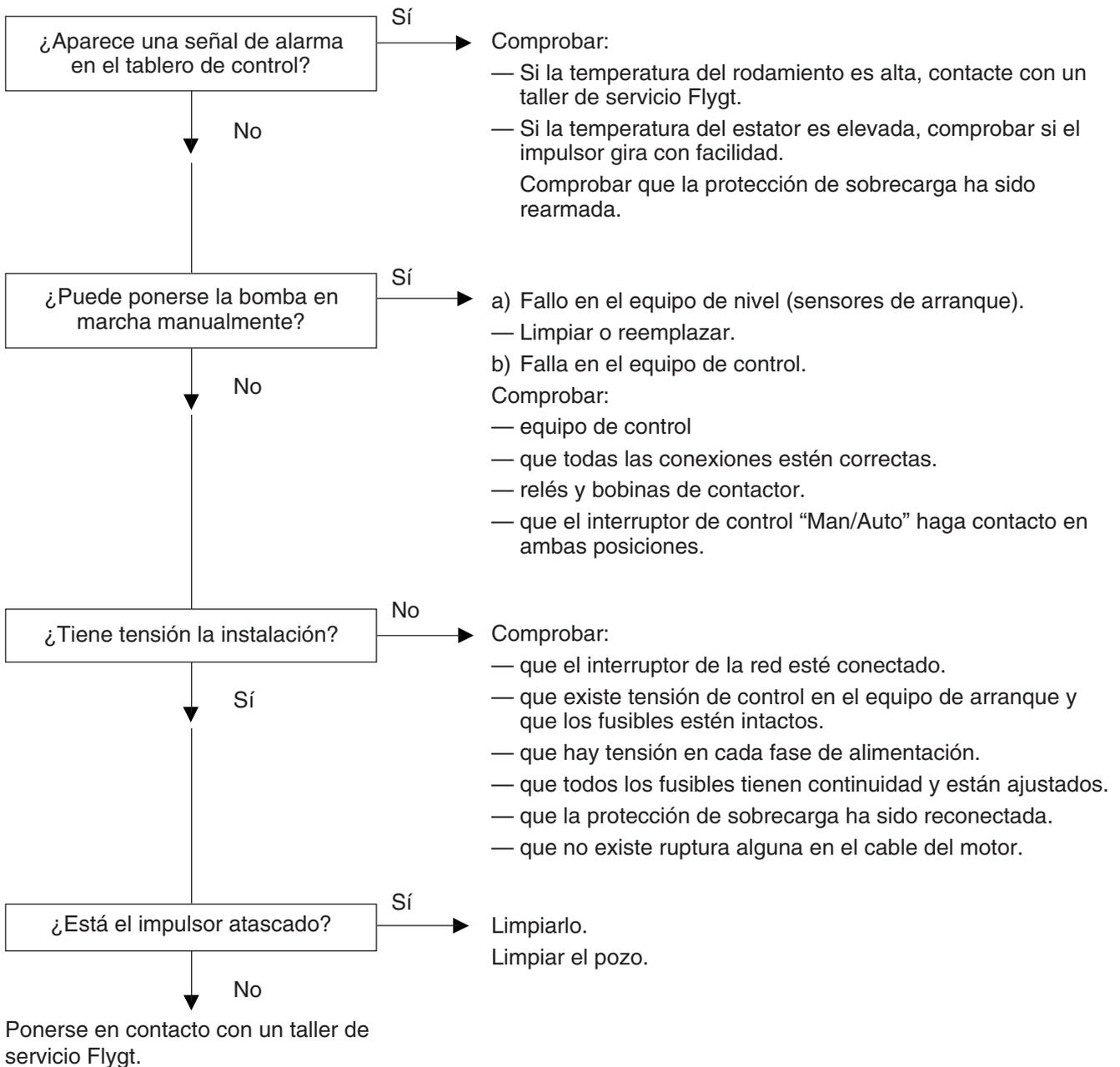
Antes de conectar la tensión, deberá verificarse que no haya nadie cerca de la bomba.

Utilizar la lista siguiente de comprobación, como ayuda para la localización de fallos. Se supone que, tanto la bomba como la instalación, han funcionado, anteriormente, de manera satisfactoria.

Todo trabajo eléctrico deberá ser realizado por un electricista idóneo.

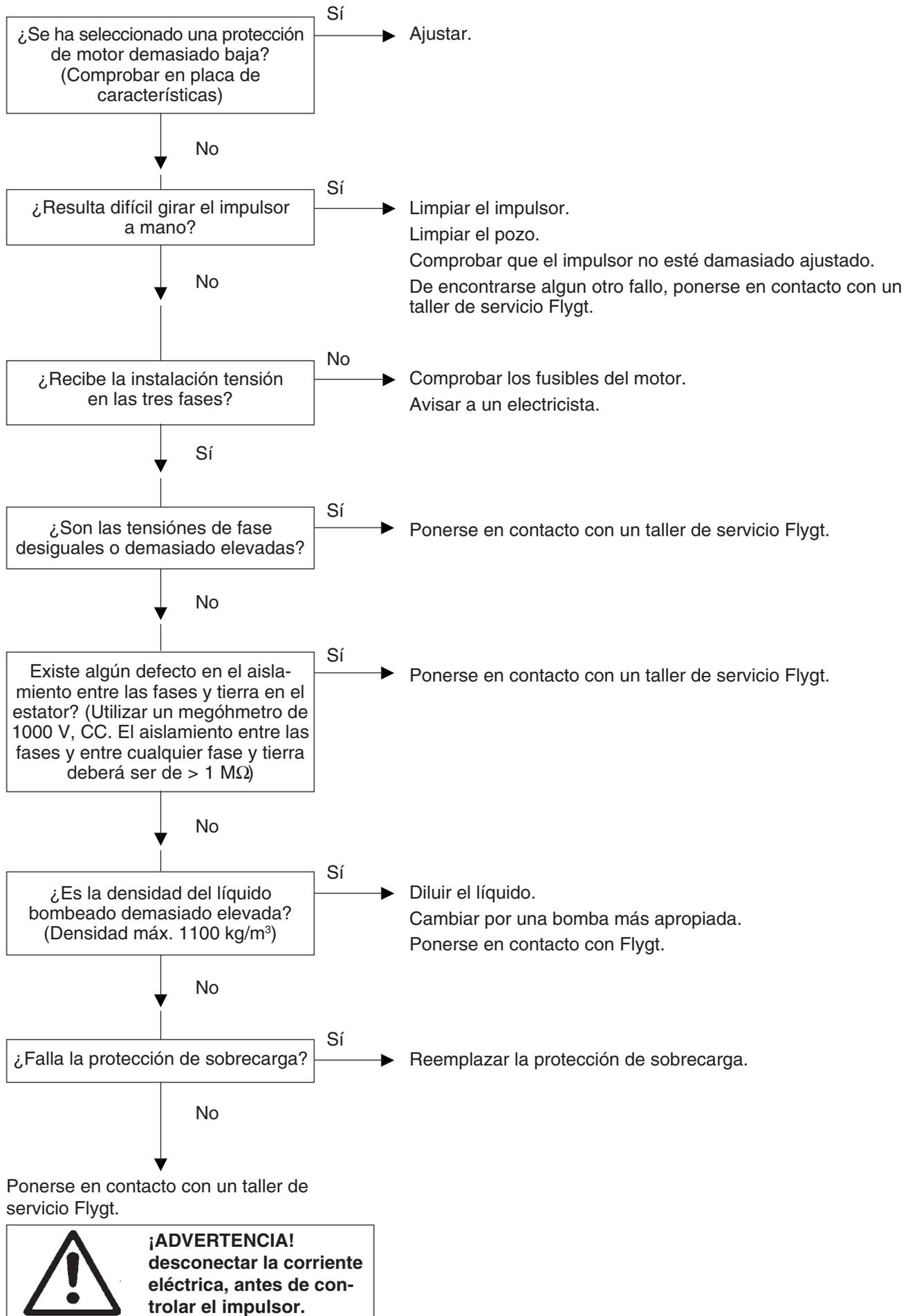
Cumplir siempre con las normas de seguridad y observar las precauciones recomendadas.

1. La bomba no arranca

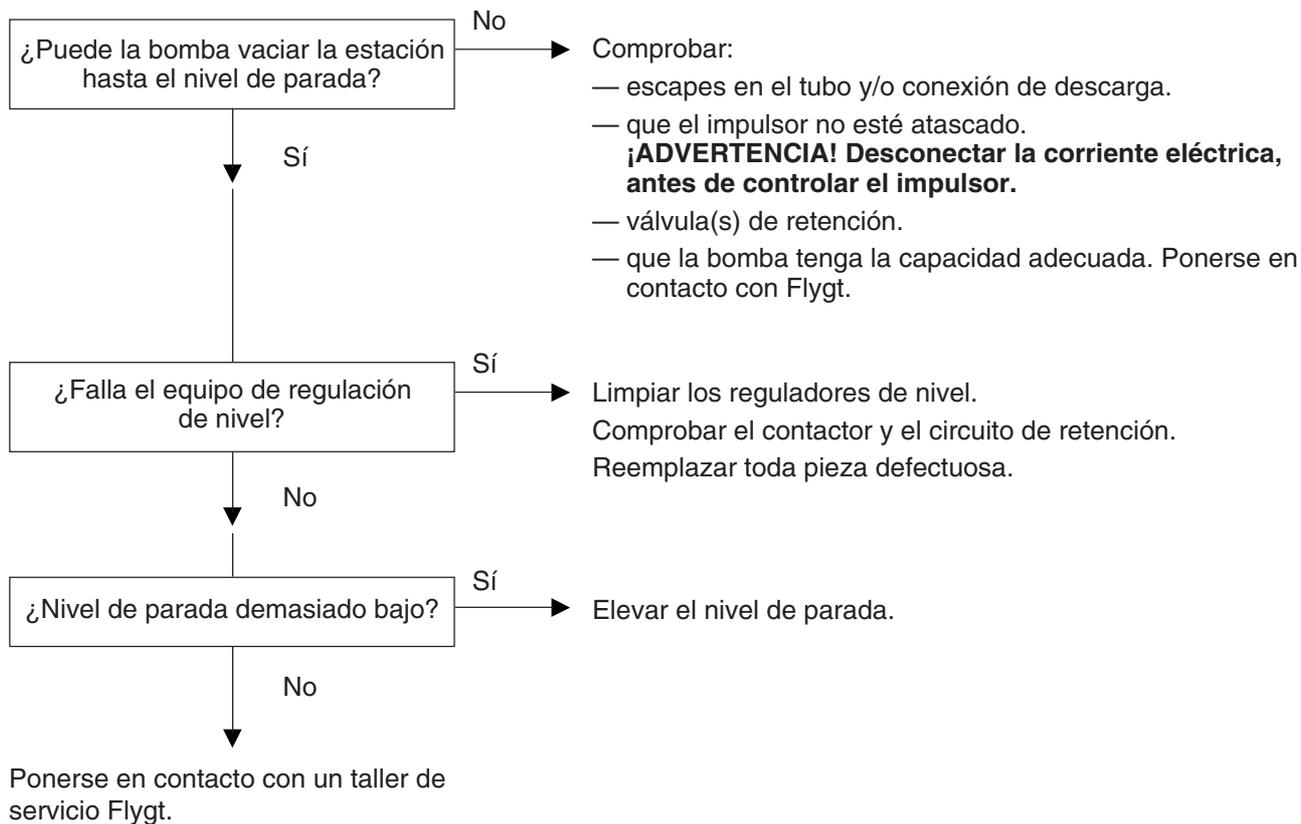


¡ADVERTENCIA!
desconectar la corriente,
antes de controlar el
impulsor.

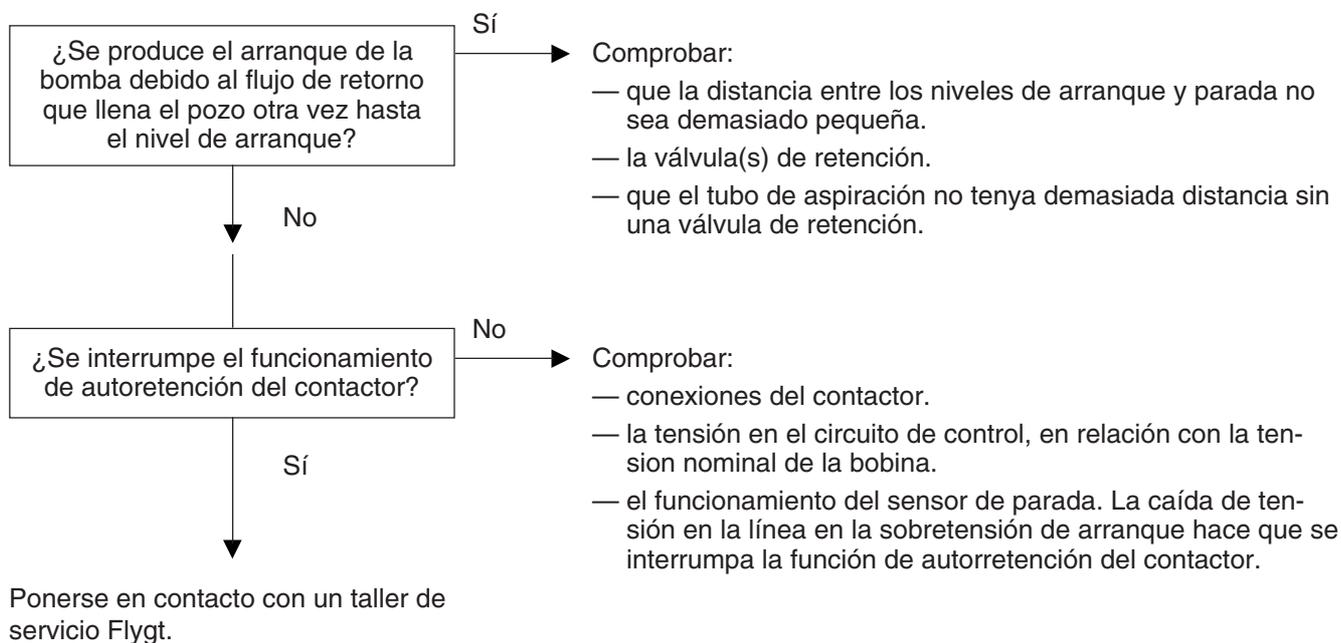
2. La bomba arranca, pero la protección del motor desconecta



3. La bomba no se detiene (equipada con regulador de nivel)



4. La bomba arranca-se para-arranca, en secuencia rápida.



5. La bomba funciona, pero impulsa muy poca o nada de agua

Comprobar:

- sentido de giro de la bomba. Ver “Antes del arranque”.
- que las válvulas estén abiertas e intactas.
- que las tuberías, impulsor y colador no estén atascados.
- que el impulsor gire fácilmente.
- que el nivel de aspiración no haya sido alterado.
- fugas en la instalación de la bomba.
- desgaste en el anillo de protección, impulsor, carcasa de la bomba, fondo de aspiración, cámara de aceite.

Ver también lo indicado bajo “Inspección”.

Evítese rearmar repetidamente la protección del motor, cuando se haya disparado.

ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS

Herramientas

Además de las herramientas comunes, se requerirán en las operaciones de mantenimiento y servicio de las bombas las siguientes herramientas:

No. de pedido	Descripción
83 95 42	Bomba de aceite
82 30 95	Tornillo de cancamo
84 11 41	Llave combinada
84 13 92	Llave de vaso
84 13 96	Llave de vaso
84 15 51	Barra de reducción
84 15 65	Llave dinamométrica
398 60 00	Manguito de montaje
400 21 00	Herramienta de ajuste

Para mayor información sobre herramientas, ver Catálogo de herramientas de Flygt.

Juego de ánodos de zinc

Para reducir la corrosión de la bomba, podrá equiparse con ánodos de zinc.

No. de pedido	Descripción
454 22 04	para versión MT
454 22 05	para versión HT

NOTAS DE SERVICIO

Ultima fecha de servicio	Número de bomba	Horas de trabajo	Observaciones	Firma



www.flygt.com

**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO ORGANISMO SUPERVISOR DE LA
INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 182-2009-OS/CD**

Lima, 14 de octubre de 2009

VISTOS:

El [Informe Técnico N° 434-2009-GART](#) y el [Informe Legal N° 436-2009-GART](#), elaborados por la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (en adelante "OSINERGMIN").

CONSIDERANDO:

Que, el inciso h) del artículo 22º del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas, aprobado por Decreto Supremo N° 009-93-EM, dispone que corresponde al OSINERGMIN emitir las directivas complementarias para la aplicación tarifaria;

Que, mediante Resolución OSINERG N° 236-2005-OS/CD, el OSINERGMIN aprobó la norma "Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final", cuyo inicio de vigencia fue el 01 de noviembre de 2005;

Que, las opciones tarifarias tienen por objetivo dar a los usuarios finales, las señales económicas que permitan el uso eficiente de la electricidad, por lo que, deben tener la posibilidad de elegir, en función de los costos diferenciados de electricidad en los periodos de punta y fuera de punta y los sistemas de medición disponibles, aquella opción que refleje mejor su patrón de consumo o, en caso contrario, adecuar su patrón de consumo a fin de lograr la menor facturación posible. En este sentido, el objetivo final es lograr un equilibrio eficiente de la demanda eléctrica mensual, ya que, con ello se favorecería a todos los usuarios eléctricos y al sistema eléctrico en general, al resultar más económico satisfacer de modo óptimo la máxima demanda del sistema;

Que, el OSINERGMIN, de la experiencia recogida de la aplicación y control de la norma citada, ha identificado que se requiere promover un mayor acceso a la información pertinente para que los usuarios puedan elegir correctamente su opción tarifaria, ya sea en la solicitud de nuevos suministros o cambios de la misma durante la vigencia del contrato o al término de este, por lo que se ha considerado que las empresas distribuidoras proporcionen una guía práctica que contenga la información necesaria y suficiente para los fines indicados. Además, se propone la inclusión en las facturas o recibos del usuario el historial de los valores correspondientes a las magnitudes eléctricas requeridas para la facturación de la energía y demanda máxima registrada, de acuerdo con los cargos de facturación de la opción tarifaria elegida por el usuario;

Que, por lo expuesto, a pesar que los aspectos generales, opciones tarifarias, condiciones generales y específicas y los criterios esenciales de la norma aprobada por Resolución OSINERG N° 236-2005-OS/CD, no se afectarán con las modificaciones indicadas, dada la cantidad de modificaciones que se necesitaría introducir en la norma vigente producto de la nueva normativa y experiencia recogida, resulta conveniente expedir una nueva norma de

**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO
ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 182-2009-OS/CD**

“Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final” a efectos de facilitar su aplicación, interpretación y difusión entre usuarios, empresas distribuidoras y demás agentes del mercado eléctrico;

Que, cabe indicar que, se han incorporado las modificaciones normativas referidas fundamentalmente: (i) Al rango de demanda en el que deben estar comprendidos los clientes libres para poder elegir la condición de regulados, prevista en el Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 022-2009-EM (ii) Norma sobre aplicación del FOSE en el sistema prepago previstas en el Decreto Supremo 031-2008-EM; (iii) Sistema de medición centralizada prevista en la Resolución Ministerial N° 135-2009-MEM/DM (iv) Inclusión en el sistema prepago, el aporte de los usuarios de electricidad, establecido por el literal h), artículo 7° de la Ley N° 28749, Ley General de Electrificación Rural;

Que, atendiendo a que, mediante Resolución OSINERGMIN N° 150-2009-OS/CD, se ha prepublicado el proyecto de Resolución que fija las tarifas de distribución eléctrica, habiéndose reconocido en dicho proyecto que dentro de las tarifas a fijar debe incorporarse el Impuesto General a las Ventas (IGV) como un costo de las empresas de distribución ubicadas en la Amazonía, según fundamentos expuestos en el Informe N° 368-2009-GART; en consecuencia, la norma debe ser concordante con el reconocimiento de dicho costo para viabilizar la respectiva aplicación tarifaria;

Que, mediante la Resolución OSINERGMIN N° 155-2009-OS/CD, se dispuso la prepublicación del documento “Proyecto de Norma de las Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final” con el objeto que los interesados remitan sus sugerencias y comentarios, los mismos que, recibidos, fueron analizados por la GART en el Informe Técnico N° 434-2009-GART, que forma parte de la presente Resolución, el cual complementa la motivación que sustenta la decisión del OSINERGMIN a que se refiere el Artículo 3°, del numeral 4, de la Ley del Procedimiento Administrativo General, habiéndose incorporado en la Norma aquellas sugerencias que contribuyen al logro de los objetivos de la misma;

Que, finalmente, además del Informe Técnico mencionado en el considerando anterior, se ha expedido el Informe Legal N° 436-2009-GART, ambos de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria del OSINERGMIN, los mismos que contienen la motivación que sustenta la decisión del OSINERGMIN, cumpliendo de esta manera con el requisito de validez de los actos administrativos a que se refiere el Artículo 3°, Numeral 4 de la Ley de Procedimiento Administrativo General; y

De conformidad con lo establecido en la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, en el Reglamento General del OSINERGMIN aprobado mediante Decreto Supremo N° 054-2001-PCM, en la Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica, en el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 009-93-EM y en el Decreto Supremo 007-2006-EM, modificado por Decreto Supremo 031-2008-EM que dicta disposiciones del servicio eléctrico prepago.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Apruébese la [Norma “Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final”](#), la misma que constituye parte integrante de la presente Resolución.

Artículo 2°.- La Norma aprobada en el Artículo 1° de la presente Resolución, entrará en vigencia el primero de noviembre de 2009.

**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO
ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 182-2009-OS/CD**

Artículo 3º.- Déjese sin efecto a partir del primero de noviembre de 2009, la Resolución OSINERG N° 236-2005-OS/CD.

Artículo 4º.- La presente Resolución y la Norma deberán ser publicadas en el Diario Oficial “El Peruano” y consignadas junto con los [Informes N° 434-2009-GART](#) y [N° 436-2009-GART](#) en la página web del OSINERGMIN: www.osinerg.gob.pe.

**ALFREDO DAMMERT LIRA
Presidente del Consejo Directivo
OSINERGMIN**

**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO
ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 182-2009-OS/CD**

Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
Media Tensión		
MT2	<p>Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</p> <p>Energía : Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta</p> <p>Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas de punta.</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</p> <p>d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta.</p> <p>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta.</p> <p>f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta.</p> <p>g) Cargo por energía reactiva.</p>
MT3	<p>Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes</p> <p>Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable.</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas de punta.</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</p> <p>d) Cargo por potencia activa de generación.</p> <p>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</p> <p>f) Cargo por energía reactiva.</p>
MT4	<p>Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</p> <p>Energía: Total del mes. Potencia: Máxima del mes</p> <p>Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa.</p> <p>c) Cargo por potencia activa de generación.</p> <p>d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</p> <p>e) Cargo por energía reactiva.</p>

**RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO
ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA Y MINERÍA
OSINERGMIN N° 182-2009-OS/CD**

Opción Tarifaria	Sistema y Parámetros de Medición	Cargos de Facturación
Baja Tensión		
BT2	<p>Medición de dos energías activas y dos potencias activas (2E2P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Punta y Fuera de Punta</p> <p>Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas de punta.</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</p> <p>d) Cargo por potencia activa de generación en horas de punta.</p> <p>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución en horas de punta.</p> <p>f) Cargo por exceso de potencia activa por uso de las redes de distribución en horas fuera de punta</p> <p>g) Cargo por energía reactiva.</p>
BT3	<p>Medición de dos energías activas y una potencia activa (2E1P)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta Potencia: Máxima del Mes</p> <p>Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas de punta.</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</p> <p>d) Cargo por potencia activa de generación.</p> <p>e) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</p> <p>f) Cargo por energía reactiva.</p>
BT4	<p>Medición de una energía activa y una potencia activa (1E1P)</p> <p>Energía: Total del mes Potencia: Máxima del mes</p> <p>Medición de energía reactiva</p> <p>Modalidad de facturación de potencia activa variable</p> <p>Calificación de Potencia: P: Usuario presente en punta FP: Usuario presente fuera de punta.</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa.</p> <p>c) Cargo por potencia activa de generación.</p> <p>d) Cargo por potencia activa por uso de las redes de distribución.</p> <p>e) Cargo por energía reactiva.</p>
BT5A	<p>Medición de dos energías activas (2E)</p> <p>Energía: Punta y Fuera de Punta</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa en horas de punta.</p> <p>c) Cargo por energía activa en horas fuera de punta.</p> <p>d) Cargo por exceso de potencia en horas fuera de punta.</p> <p>e) Cargo por exceso de potencia en horas de punta.</p>
BT5B	<p>Medición de una energía activa (1E)</p> <p>Energía: Total del mes</p>	<p>a) Cargo fijo mensual.</p> <p>b) Cargo por energía activa.</p>