



*"Impulsando la sociedad  
del conocimiento"*

## **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción

### **“Diseño e Implementación de un Sistema de Bombeo de Aguas Residuales para una Urbanización”**

#### **TESINA DE SEMINARIO**

Previo a la Obtención del Título de:

#### **INGENIEROS MECÁNICOS**

Presentada por:

Edison Alberto Martínez Barzola y

Christian Iván Navarrete Rodríguez

Guayaquil – Ecuador

Año: 2010

## **DEDICATORIA:**

El presente trabajo lo dedicamos  
a: A DIOS por darnos la  
oportunidad de vivir y concretar  
nuestra carrera profesional.

A nuestros PADRES por ser y  
haber sido el pilar fundamental  
de nuestras vidas, a nuestros  
HERMANOS y demás SERES  
QUERIDOS.

## **AGRADECIMIENTO:**

Agradecemos a la Escuela Superior Politécnica del Litoral, por nuestro desarrollo académico profesional, al Ing. Fernando Anchundia y al Ing. Marcelo Espinosa, Director y Vocal de Tesina de Seminario respectivamente por su invaluable ayuda para concretar este trabajo de una manera exitosa.

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina de Seminario nos corresponde exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

---

Edison Martínez Barzola

---

Christian Navarrete Rodríguez

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Francisco Andrade S.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Fernando Anchundia V.  
DIRECTOR DE TESINA DE SEMINARIO

---

Ing. Marcelo Espinosa L.  
VOCAL

## RESUMEN

En los últimos años existe una marcada tendencia en el país al desarrollo habitacional mediante urbanizaciones, las actividades de los residentes de las mismas producen aguas afluentes contaminadas que no pueden ser liberadas al medio ambiente sin antes ser tratadas.

Normalmente los sitios donde se construyen las urbanizaciones son lugares apartados de la ciudad donde no existen o están en proyectos redes de aguas residuales, por esta razón organismos de control exigen que se construyan plantas de tratamiento de aguas residuales para su posterior descarga.

En el presente proyecto se aplican los fundamentos teóricos y prácticos de la mecánica de fluidos para diseñar e implementar un sistema de bombeo de aguas residuales que alimente dicha planta de tratamiento para una urbanización particular.

Se realizarán consideraciones que soporten el diseño y selección del sistema de bombeo, mediante cálculos teóricos y prácticos con la utilización de aplicativos comerciales usados para estas prácticas.

Luego se realiza un análisis y descripción de los costos de los equipos y materiales utilizados en este proyecto, incluyendo en el mismo la instalación del sistema y el mantenimiento que se le debe dar para garantizar un largo periodo de vida útil.

Finalmente se detallan las conclusiones y recomendaciones que fueron obtenidas durante el desarrollo de este proyecto.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE PLANOS	X
INTRODUCCIÓN	1

## CAPÍTULO 1

<b>1. GENERALIDADES DEL PROYECTO</b> .....	3
1.1 Antecedentes de la Urbanización.....	3
1.2 Descripción del Proyecto .....	4
1.3 Parámetros de Diseño.....	6
1.3.1. Población.....	6
1.3.2. Dotación de Agua Potable.....	7
1.3.3. Recomendaciones del caudal de diseño y otros coeficientes utilizados.....	7
1.4 Planta de Tratamiento para Aguas Residuales.....	16
1.4.1. Concepción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	16
1.4.2. Descripción de Funcionamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	17

## CAPÍTULO 2

<b>2. FUNDAMENTOS HIDRÁULICOS</b> .....	20
---	----

2.1	Características Básicas de los Fluidos .....	20
2.1.1	Densidad.....	20
2.1.2	Peso específico.....	21
2.1.3	Densidad relativa.....	21
2.1.4	Viscosidad de un fluido.....	22
2.1.5	Velocidad Específica.....	22
2.2	Dinámica Elemental de Fluidos .....	23
2.3	Flujo en Tuberías y Canales.....	26
2.3.1	Ecuación de Continuidad.....	26
2.3.2	Ecuación de Energía.....	27
2.3.3	Ecuación de Movimiento.....	29
2.4	Ecuaciones de Flujo.....	30
2.5	Bombas y Sistemas de Bombeo.....	34
2.5.1	Clasificación de Bombas.....	34
2.5.2	Características de Funcionamiento.....	36
2.5.3	Accionamiento de las Bombas.....	39
2.5.4	Estaciones de Bombeo.....	40
2.5.4.1	Tipos de Estaciones de Bombeo.....	40
2.5.4.2	Diseño de Estaciones.....	42
2.5.5	Tuberías de Impulsión.....	43

### **CAPÍTULO 3**

<b>3.</b>	<b>DISEÑO DE LA ESTACION DE BOMBEO.....</b>	<b>47</b>
3.1	Condiciones de Operación.....	47
3.1.1	Determinación del Caudal Necesario.....	47
3.1.2	Cálculo de la Altura Dinámica Total (TDH).....	48
3.1.3	Diseño del Sistema de Tuberías y accesorios.....	49
3.1.4	Curva del Sistema de Bombeo.....	54
3.1.5	Curvas características de las Bombas a ser utilizadas.....	55



3.1.6	Punto de Operación del Sistema de Bombeo.....	57
3.1.7	Cálculo de Potencia de los Equipos de Bombeo Utilizados..	57
3.1.8	Sistema de Izaje.....	57
3.2	Diseño del Pozo Húmedo.....	59
3.2.1	Dimensiones del Pozo Húmedo.....	59
3.2.2	Características del Pozo Húmedo.....	60
3.3	Consideraciones para la Construcción de la Estación de Bombeo .....	62

## **CAPÍTULO 4**

<b>4.</b>	<b>CÁLCULOS DE COSTOS DE INVERSIÓN.....</b>	<b>66</b>
4.1	Costos de los Equipos de Bombeo, Sistema de Tubería y Accesorios Utilizados.....	66
4.2	Costos de Instalación de los Equipos de Bombeo y sus Accesorios.....	71
4.3	Costos de Mantenimiento de los Equipos de Bombeo.....	75
4.4	Análisis de Costos de Inversión .....	76

## **CAPÍTULO 5**

<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>78</b>
-----------	--	-----------

## APÉNDICES

## BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

AASS	Aguas servidas
APU	Análisis de precios unitarios
ASME	American Society Mechanical Engineering
ASTM	American Society for Testing Materials
AWWA	American Water Works Association
DR	Densidad relativa
FGV	Flujo gradualmente variado
FRV	Flujo rápidamente variado
G	Aceleración de la gravedad
$H_a$	Hectárea
$H_{ab}$	Habitante
HP	Caballos de fuerza
Kg.	Kilogramo
KW h/a	Kilovatios Hora anuales
L.	Longitud
Lb.	Libra
$L_t$	Litro
$m^3$	Metro cúbico
$m^3/seg$	Metro cúbico por segundo
$m/seg$	Metro por segundo
$mm$	Milímetro
PN	Presión nominal
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
PVC	Policloruro de vinilo
Ppm	Partículas por millón
Re	Número de Reynolds
RAS	Reglamento de agua potable y saneamiento básico
Rpm	Revoluciones por minuto
Seg.	Segundo
SI	Sistema Internacional
TDH	Altura dinámica total

$\rho$	Densidad
$\gamma$	Peso Específico
$^{\circ}\text{C}$	Grados centígrados
$^{\circ}\text{F}$	Grados Fahrenheit
$\mu$	Viscosidad relativa
$\nu$	Viscosidad cinemática
$\Pi$	Valor numérico PI

## SIMBOLOGÍA

$A$	Área
$A_1$	Área 1
$A_2$	Área 2
$C$	Consumo medio diario
$D$	Diámetro
$E_p$	Energía estática
$E_v$	Energía cinética
$E_q$	Energía potencial
$E_i$	Energía interna
$E_m$	Energía mecánica
$E_h$	Energía transferida al fluido
$F$	Factor de mayoración
$f$	Factor de fricción
$h_f$	Pérdida de carga por rozamiento
$h_L$	Pérdida de carga
$M$	Caudal másico
$P$	Población servida
$P_D$	Presión de descarga
$P_S$	Presión de succión
$R$	Coefficiente de retorno
$N_S$	Velocidad específica
$Q$	Caudal
$Q_D$	Caudal de aporte doméstico
$Q_{MH}$	Caudal de máximo horario
$Q_{INFI}$	Caudal de infiltración
$Q_{CE}$	Caudal de conexiones erradas
$Q_{DT}$	Caudal necesario de diseño
$S$	Pendiente de la línea de carga
$V$	Velocidad

$V_D$	Velocidad de descarga
$V_S$	Velocidad de succión
$Z$	Altura estática
$\alpha$	Factor de corrección de energía cinética
$\Phi_{min}$	Tiempo mínimo de un ciclo de bombeo

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 2.1</b> Rugosidad relativa de Tubos nuevos.....	32
<b>Figura 2.2</b> Diagrama de Moody.....	33
<b>Figura 3.1</b> Curva del Sistema.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1</b>	Asignación del nivel de complejidad del sistema..... 8
<b>Tabla 2</b>	Coeficientes de retornos de aguas servidas domésticas..... 11
<b>Tabla 3</b>	Aportes máximos por conexiones erradas..... 12
<b>Tabla 4</b>	Aportes por infiltración..... 14
<b>Tabla 5</b>	Costos de suministros de la estación de bombeo..... 67
<b>Tabla 6</b>	Costos de instalación de la estación de bombeo..... 71
<b>Tabla 7</b>	Costo total de mantenimiento..... 76

## ÍNDICE DE PLANOS

<b>Plano 1</b>	Planta de la Estación de Bombeo.
<b>Plano 2</b>	Vista A-A de la Estación de Bombeo.
<b>Plano 3</b>	Vista B-B de la Estación de Bombeo.
<b>Plano 4</b>	Canastilla para retención de Sólidos.
<b>Plano 5</b>	Sistema de Izaje.
<b>Plano 6</b>	Pasamuro típico.
<b>Plano 7</b>	Tablero de control.



## INTRODUCCIÓN

El alto índice de crecimiento poblacional afecta profundamente a las más grandes ciudades del país tanto así que en los últimos 20 años, el Ecuador ha vivido un proceso de oleadas migratorias del campo a la ciudad; el 70 % de la población en la actualidad vive en las ciudades.

La búsqueda de nuevas alternativas lleva al desarrollo urbanístico a escoger el levantamiento y construcción de urbanizaciones privadas en terrenos fuera de las ciudades lo cual ha conllevado a una pérdida de suelos agrícolas y a la afectación de los ecosistemas frágiles como bosques, páramos, manglares que empiezan a ser usados como zonas residenciales. Estas estructuras no respondían a un ordenamiento territorial y por tanto presentaban problemas en la oferta de servicios básicos generando depósitos de aguas servidas y residuos sólidos, sin ningún tipo de tratamiento.

Hoy, empezar un plan habitacional de este tipo requiere de forma indispensable la presentación de un proyecto de construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo con las Ordenanzas Municipales, en orden de conseguir el permiso de habitabilidad.



Dentro de la construcción y diseño de esta red de tratamiento de aguas residuales existen consideraciones dinámicas hidráulicas y de selección de bombas adecuadas que permitan la completa implementación del sistema y es esta estación de bombeo, la que se describirá a lo largo de este proyecto.

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1 Antecedentes de la Urbanización

La urbanización a considerar para este proyecto, estará ubicada en el Kilómetro 14½, costado izquierdo, de la vía Guayaquil-Salinas, asentada en un terreno de topografía regular plana, pero que recibe la influencia de la cordillera Chongón-Colonche.

El área que ocupará la Urbanización y para la cual se proyecta el sistema de tratamiento de aguas residuales, corresponde a aproximadamente 8.80 Hectáreas, teniendo por linderos, hacia el Norte con la vía a Salinas, al Sur con piscinas en las cuales se cultiva el

camarón, hacia el Este con terrenos no ocupados y al Oeste con el Colegio Logos.

La Urbanización contará de acuerdo a la planificación urbana diseñada, con lotes para la construcción de viviendas unifamiliares de dos plantas, para personas de nivel medio-alto.

El sistema que dotará de agua potable a la Urbanización, se deberá proyectar desde la línea principal del acueducto de 700 mm ya existente.

Al no existir un sistema de alcantarillado sanitario, ni un colector matriz municipal, se deberá entonces diseñar las redes internas de recolección, debiéndose evacuar las aguas servidas mediante una estación de bombeo y realizar un tratamiento antes descargarlas.

## **1.2 Descripción del Proyecto**

La presente descripción técnica corresponde a las alternativas para el diseño del sistema de bombeo de las AASS de una urbanización.

Como antecedente se va a describir el sistema de alcantarillado existente que conduce las AASS por gravedad hasta el cárcamo o pozo húmedo de la Estación de Bombeo.

El sistema de alcantarillado de la urbanización en estudio se compone principalmente por las siguientes partes:

**Colectores terciarios:** Los colectores terciarios corresponden al sistema de tubería menor que recogen las AASS desde las acometidas domiciliarias y en esta urbanización serán de 150 mm de diámetro interno de PVC.

**Colector Principal:** Es el sistema de tubería instalado a niveles más bajos que los colectores terciarios que transportan a las AASS hasta la estación de bombeo, en esta urbanización se instalarán tuberías de 250 mm de diámetro interno de PVC.

Para realizar el diseño de la estación de bombeo sólo hay disponibilidad de un área de 132 metros cuadrados, por lo que se debe considerar esta

superficie como un limitante al momento de realizar la diagramación del sistema.

Las aguas residuales que llegan a la Estación serán bombeadas inmediatamente hacia la planta de tratamiento, la misma que se ubicará a ocho metros desde la estación de bombeo. Una vez tratada el agua, esta será descargada hacia un canal natural que la conducirá finalmente hasta el Estero Mogollón.

### **1.3 Parámetros Preliminares de Diseño**

Para el correcto dimensionamiento de una estación de bombeo de aguas residuales existen parámetros importantes que definen la selección de las bombas, la velocidad de flujo, el tamaño de las tuberías y de los colectores.

Estos parámetros vienen dados en las variables de alimentación de cada urbanización.

#### **1.3.1 Población**

Para cálculo de la población se realizan las siguientes consideraciones:

Número de lotes que descargan en los colectores sanitarios = 205

Número de personas por solar = 6 hab.

Número total de personas = 1.230 hab.

### **1.3.2 Dotación del Agua Potable**

En un sistema de alcantarillado sanitario, generalmente el agua que circula por éste proviene de los usos que le dan los usuarios al agua potable, por lo tanto es necesario establecer este parámetro para luego determinar el porcentaje en que ésta pasa al sistema de recolección de las aguas servidas.

La dotación de diseño considerada para este estudio se encuentra ya establecida, según informe de factibilidad realizado por la empresa ECAPAG y fue evaluada **en 270 lt/hab-día**, valor considerado en el plan Maestro de Agua Potable para Guayaquil.

### **1.3.3 Recomendaciones del caudal de diseño y otros coeficientes utilizados.**

Para el presente proyecto se hace uso de normas y procedimientos locales, como las normas Técnicas Especificaciones de

construcción año 2004 de INTERAGUA y el formulario No. PR-REV. 02 de INTERAGUA, que define los procedimientos para revisión y/o aprobación de Estudios sobre infraestructura de AAPP, AASS Y AALL de urbanizaciones o conjuntos residenciales, además de normas internacionales como el Reglamento Técnico Normativo de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000, Normas de la República de Colombia). Como primer paso se define el nivel de complejidad del sistema, el mismo que depende del número de habitantes, su capacidad económica, que para este proyecto se la define como nivel medio y el grado de exigencia técnica que se requiera, de acuerdo con la tabla siguiente:

**TABLA 1**  
**Asignación del nivel de complejidad del sistema**

Nivel de complejidad del sistema	Población	Capacidad económica
Bajo	<2500	Baja
Medio	2501 a 12500	Media
Medio alto	12501 a 60000	Media
Alto	> 60000	Alta

- Fuente: Reglamento RAS 2000, Título A.

Como se puede visualizar en la tabla anterior se tienen dos ítems para seleccionar el nivel de complejidad del sistema, de acuerdo

con la tabla mostrada, se tienen dos niveles de complejidad, nivel bajo porque la población es menor a 2500 habitantes y nivel medio porque la capacidad económica de la población en estudio es media. Pero el nivel de complejidad del sistema adoptado debe ser el que resulte mayor entre la clasificación obtenida por la población y la capacidad económica, por lo tanto se toma el valor mayor de ambos y se define el valor de nivel de complejidad del sistema **Medio**.

Para estimar la razón de volumen de aguas residuales aportadas al sistema de recolección y evacuación se ha tomado las siguientes consideraciones:

#### **Aporte doméstico $Q_D$**

El aporte doméstico  $Q_D$  está definido como:

$$Q_D = \frac{C.P.R}{86400} \left[ \frac{lt}{seg} \right]$$

Donde **C** es el consumo medio diario por habitante en lt/hab-día, este corresponde a la dotación neta, es decir a la cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un



habitante sin considerar las pérdidas que ocurran en el sistema de acueducto. Su valor numérico estimado es la dotación de diseño y su valor es de 270 lt/hab-día.

**P** es la población servida, esta se ha estimado a partir del producto del número de viviendas planificadas en el área de drenaje y el número medio de habitantes por vivienda. En el presente proyecto el número de viviendas es 205 y se ha considerado un promedio de 6 personas por vivienda, el producto de ambos resulta un total de **1230** habitantes.

El coeficiente de retorno **R** es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o mediciones de campo, o puede ser definido por la empresa prestadora del servicio en este caso, INTERAGUA S.A. Cuando no exista información o esta sea muy pobre, pueden utilizarse como guía los rangos de valores de R descrita en la tabla 2, justificando apropiadamente el valor finalmente adoptado.

**TABLA 2**  
**Coefficiente de retorno de aguas servidas**  
**domésticas**

Nivel de complejidad del sistema	Coefficiente de retorno
Bajo y medio	0.7-0.8
Medio alto y alto	0.8-0.85

\* Fuente: Reglamento RAS 2000, Título D.

El nivel de complejidad del proyecto a realizar es medio, por lo cual se ha estimado como 0.8 el coeficiente de retorno R, por lo tanto el valor numérico del aporte doméstico es:

$$Q_D = \frac{C.P.R}{86400} \left[ \frac{lt}{seg} \right]$$

$$Q_D = \frac{270 * 1230 * 0.8}{86400}$$

$$Q_D = 3.075 \frac{lt}{seg}$$

#### **Caudal de conexiones erradas $Q_{CE}$**

Cuando existen malas conexiones de bajantes de tejados y patios se debe considerar los aportes de aguas lluvias. Estos aportes son en función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y la disponibilidad de

sistemas de recolección y evacuación de aguas. Este valor también puede ser definido por la empresa prestadora de servicio es este caso, INTERAGUA S.A. En la **tabla 3** se dan como guía valores máximos de los aportes por conexiones erradas, en caso que exista un sistema de recolección y evacuación de aguas lluvias. Pueden considerarse otros métodos de estimación de conexiones erradas, como porcentajes del caudal medio diario de aguas residuales, con justificación por parte del diseñador.

**TABLA 3**  
**Aportes máximos por conexiones erradas**

Nivel de complejidad del sistema	Coefficiente de retorno(Lt/seg-Ha)
Bajo y medio	0.2
Medio alto y alto	0.1

\* Fuente: Reglamento RAS 2000, Título D.

$$Q_{CE} = 0.2 \frac{lt}{seg\_Ha} * A$$

$$Q_{CE} = 0.2 \frac{lt}{seg\_Ha} * 8.8Ha$$

$$Q_{CE} = 1.76 \frac{lt}{seg}$$

### **Caudal de infiltración $Q_{INF}$**

La infiltración de aguas subsuperficiales es una variable inevitable en las redes de alcantarillado sanitario, principalmente las freáticas, a través de fisuras en los colectores, en juntas ejecutadas deficientemente, en la unión de colectores existen malas conexiones de bajantes de tejados y patios se debe considerar los aportes de aguas lluvias.

Estos aportes son en función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas. Este valor también puede ser definido por la empresa prestadora del servicio.

En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte puede establecerse con base a valores de la **tabla 4**, en donde el valor inferior del rango dado corresponde a condiciones constructivas más apropiadas, mayor estanqueidad de colectores y estructuras complementarias y menor amenaza sísmica. La categorización de

la infiltración alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, de suelos, niveles freáticos y precipitación.

**TABLA 4**  
**Aportes por infiltración**

Nivel de complejidad del sistema	Infilt. Alta ( lt//seg-Ha)	Infilt. Media ( lt//seg-Ha)	Infilt. Baja ( lt//seg-Ha)
Bajo y medio	0.15-0.4	0.1-0.3	0.05-0.2
Medio alto y alto	0.15-0.4	0.1-0.3	0.05-0.2

\* Fuente: Reglamento RAS 2000, Título D.

$$Q_{INF} = 0.2 \frac{lt}{seg\_Ha} * A$$

$$Q_{INF} = 0.2 \frac{lt}{seg\_Ha} * 8.8 Ha$$

$$Q_{CE} = 1.76 \frac{lt}{seg}$$

### **Factor de mayoración *F***

El factor *F* tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. Este valor disminuye en la medida en que el número de habitantes aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir más a amortiguar los flujos. Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo que es necesario estimarlo con

base en relaciones aproximadas como la Ecuación de Harmon (Fuente: RAS 2000 Título D), esta ecuación es válida para un rango de 1000 a 1000000 de habitantes, esta se estima en función del número de habitantes del proyecto, reemplazándolo en función de miles de habitantes.

$$F = 1 + \frac{14}{4 + P^{0.5}}$$

$$F = 1 + \frac{14}{4 + 1.230^{0.5}}$$

$$\mathbf{F = 3.74}$$

En general el valor de F debe ser mayor o igual a 1.4.

### **Caudal máximo horario $Q_{MH}$**

El caudal máximo horario, es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. El caudal de máximo horario se estima a partir del caudal doméstico mediante el uso del factor de mayoración F. El caudal de máximo horario está definido por la ecuación:

$$Q_{MH} = F \cdot Q_D$$
$$Q_{MH} = 3.74 * 3.075 \frac{lt}{seg}$$
$$Q_{MH} = 11.50 \frac{lt}{seg}$$

#### **1.4 Planta de Tratamiento para aguas residuales**

Según las Ordenanzas Municipales el tratamiento de aguas residuales es obligatorio en toda urbanización que sea construida en orden de minimizar o anular cualquier efecto negativo al medio ambiente por contaminación de desechos sólidos humanos.

Para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales se deben tener en cuenta aspectos tecnológicos, ambientales y de disponibilidad de terreno, que tengan además una eficiencia que esté de acuerdo con los requerimientos previstos en los Informes de Factibilidad realizados por la compañía local encargada de velar por el correcto funcionamiento de estos sistemas.

##### **1.4.1. Concepción del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales**

El sistema estará constituido por un sistema de lodos activados en Aeración Extendida y Digestión Aeróbica de lodos, produciendo

efluentes finales de alta calidad y asegurando la total ausencia de olores en las inmediaciones de la planta.

#### **1.4.2 Descripción de Funcionamiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales**

La planta comprenderá de las siguientes etapas:

- Cámara de Aireación.
- Cámara de Sedimentación.
- Cámara de Cloración.
- Retorno de Lodos.
- Digestión Aeróbica de Lodos.

El afluente a tratar llegará a la Planta de Tratamiento impulsado desde un pozo de bombeo.

Luego ingresa a la Cámara de Aireación donde se produce la etapa de tratamiento biológico. En esta cámara por medio de un Sistema de Aireación, se introduce oxígeno a la masa líquida, estimulando el crecimiento y desarrollo de bacterias aeróbicas.



Estas bacterias degradan el material orgánico y se convierten en flóculos de bacterias, formando lo que se denomina Licor Mezclado o Biomasa.

El Licor Mezclado fluye hacia la Cámara de Sedimentación, donde los flóculos de bacterias se decantan, formando un lodo, que se deposita en el fondo de la cámara.

El líquido clarificado sale del sedimentador a través de un canal con vertedero metálico y es conducido hacia la Cámara de Cloración.

El líquido tratado, antes de ser enviado a curso receptor debe ser desinfectado. Esta etapa se lleva a cabo en la Cámara de Cloración mediante la dosificación de hipoclorito de sodio de forma tal que se pueda obtener un residual de cloro superior a 0,2 p.p.m.

El lodo decantado en el Sedimentador es continuamente extraído mediante cañería de succión y bombas, siendo así recirculado continuamente a la Cámara de Aireación a efectos de retroalimentar la colonia bacteriana.

Cuando se produce exceso de lodos en la Cámara de Aireación, el mismo se desvía a la Cámara de Digestión Aeróbica.

En esta cámara por medio de un Sistema de Aireación, el lodo es continuamente aireado y mezclado, hasta digerirlo totalmente en forma aeróbica.

Este lodo digerido una vez alcance una concentración de 3 al 4 %, mediante purgas periódicas del líquido de superficie, puede ser extraído de la planta, o utilizado para riego de terrenos bajos.

# CAPÍTULO 2

## 1. FUNDAMENTOS HIDRÁULICOS

El propósito de este capítulo es repasar la hidráulica aplicada que se utiliza en un estudio integro de recogido, bombeo y control de aguas residuales. Dado que el tema podría ser demasiado amplio, el contenido se limita a suministrar información específica para esta aplicación y que será útil para el diseño y análisis del sistema de bombeo.

### 2. 1 Características Básicas de los Fluidos.

#### 2.1.1 Densidad.

La densidad, designada por la letra griega  $\rho$  (rho), se define como la masa por unidad de volumen. La densidad se usa para

caracterizar la masa de un sistema fluido. En el sistema inglés, las unidades de  $\rho$  son slugs/pie<sup>3</sup> y en el Sistema Internacional (SI), en kg-m<sup>3</sup>.

Para este proyecto, se usará la densidad del agua para los cálculos, obviando los sólidos presentes en esta aplicación.

### **2.1.2 Peso Específico.**

El peso específico de un fluido designado por la letra griega  $\gamma$  (gamma), se define como su peso por unidad de volumen. Así el peso específico está relacionado con la densidad por medio de la ecuación:

$$\gamma = \rho g$$

Donde  $g$  es la aceleración local debida a la gravedad. Así como la densidad se usa para caracterizar la masa de un sistema fluido, el peso específico se usa para caracterizar el peso del sistema. En el sistema inglés, tiene unidades de lb/ft<sup>3</sup> y en el SI N/m<sup>3</sup>.

### **2.1.3 Densidad Relativa.**

La densidad relativa de un fluido, designada por DR, se define como la densidad del agua a alguna temperatura específica. Casi siempre la temperatura específica se considera como 4°C (32°F) y a esta temperatura

la densidad del agua es 1.94 slugs/pie<sup>3</sup> o 1000 kg/m<sup>3</sup>. En forma de ecuación, la densidad relativa se expresa como:

$$DR = \frac{\rho}{\rho_{H_2O^{4^{\circ}C}}}$$

#### **2.1.4 Viscosidad de un fluido.**

Las propiedades de densidad y peso específico son medidas de “pesadez” de un fluido, pero existe una propiedad adicional necesaria para describir la “fluidez”, es decir la viscosidad describe el comportamiento único de los fluidos (diferencia al fluir). En el sistema inglés, tiene unidades de ft<sup>2</sup>/seg y en el SI m<sup>2</sup>/seg, para viscosidad cinemática ( $\nu$ ) y lb-seg/ft<sup>2</sup> y N-seg/m<sup>2</sup> para viscosidad dinámica ( $\mu$ ). Relacionándose ambas por la siguiente ecuación  $\nu = \mu/\rho$ .

#### **2.1.5 Velocidad Específica**

La velocidad específica es muy útil para el diseño de la bomba, este parámetro adimensional está en el intervalo de 500 a 4000 para bombas centrífugas y su resultado es en función principal del caudal del fluido en estudio. En el APÉNDICE E se demuestra matemáticamente la resolución de esta ecuación.

## 2.2 Dinámica Elemental de los Fluidos

La conducción de las aguas residuales se realiza a través de canales abiertos y cerrados. Para predecir su comportamiento es útil conocer ciertos conceptos de la hidráulica básica muy usados para posteriores cálculos y aproximaciones.

### Número de Reynolds

Este parámetro adimensional es una medida de la razón de la fuerza de inercia sobre un elemento de fluido a la fuerza viscosa sobre un elemento.

El número de Reynolds está definido por la siguiente ecuación:

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

### Flujo Laminar

En el flujo laminar las partículas de fluido solo se mezclan a escala molecular, de modo que, durante el movimiento, dichas partículas se desplazan según trayectorias paralelas bajo la acción de la viscosidad. En la práctica, el flujo laminar se produce cuando el número de Reynolds no excede de 1.500 a 2.000.

### Flujo Turbulento

En el flujo turbulento las partículas de fluido se mezclan a escala molar, de modo que durante el movimiento se produce un intercambio de cantidad de movimiento entre partículas adyacentes, ocasionando una rápida y continua agitación y mezcla en el seno del fluido. En la práctica, el flujo turbulento se produce para números de Reynolds por valores entre 6.000 y 10.000.

### Flujo en Canales y Tuberías

El movimiento de un líquido a lo largo de una conducción puede clasificarse como flujo en canal abierto o flujo en carga, según exista o no superficie líquida libre sometida a la presión atmosférica. Por ejemplo, cuando una alcantarilla fluye llena o a presión, el flujo se denomina en carga. Si el flujo se produce en una alcantarilla parcialmente llena, o en un canal abierto, se denomina flujo en canal o en lámina libre.

### Pérdida de Carga

Pérdida de carga es la pérdida de energía que experimentan los líquidos que fluyen en tuberías y canales abiertos. La energía necesaria para vencer

los efectos del rozamiento en el flujo turbulento es la pérdida de carga. Las pérdidas de energía localizadas en las turbulencias inducidas por las piezas especiales y accesorios que se utilizan en tuberías y canales son también pérdidas de carga. La pérdida de carga se representa habitualmente por el símbolo  $h_L$ .

### Flujo Permanente

El flujo permanente se produce cuando la descarga o caudal en cualquier sección transversal permanece constante.

### Flujo Uniforme y No Uniforme

Se llama flujo uniforme aquel en que el caudal, sección transversal y demás elementos del flujo se mantienen sustancialmente constantes de una sección a otra. Si la pendiente, sección transversal y velocidad cambian de un punto a otro de la conducción, el flujo se dice es no uniforme. Un ejemplo del flujo permanente no uniforme es el que atraviesa un tubo Venturi utilizado para medir caudales.



### Flujo Variado

El flujo en un canal se considera variado cuando el calado cambia a lo largo del canal. En general, el flujo puede ser gradualmente variado (FGV) o rápidamente variado (FRV). El flujo rápidamente variado tiene lugar cuando el calado varía bruscamente.

## **2.3 Flujo en Tuberías y Canales**

El análisis del flujo, tanto en tuberías (conductores cerrados) como en canales abiertos, se basa en la aplicación de tres ecuaciones básicas de la mecánica de los fluidos: la de la continuidad, la de la energía y la de cantidad de movimiento.

### **2.3.1 Ecuación de la Continuidad**

La ecuación de la continuidad expresa la conservación de la masa de fluido a través de las distintas secciones de un tubo de corriente. Con arreglo al principio de conservación de la masa, esta no se crea ni se destruye entre dos secciones diferentes  $A_1$  y  $A_2$  la ecuación de la continuidad será:

$$\rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2 = \rho_1 Q_1 = \rho_2 Q_2$$

Donde:

$\rho$  = densidad del fluido, kg/m<sup>3</sup>

A = área de la sección transversal, m<sup>2</sup>

V = velocidad, m/s

Q = caudal, m<sup>3</sup>/s

Si el fluido es incompresible  $\rho_1 = \rho_2$  entonces:

$$A_1 V_1 = A_2 V_2 = Q_1 = Q_2$$

### 2.3.2 Ecuación de la Energía

Un fluido en movimiento puede tener cuatro clases de energía: energía estática o de presión  $E_p$ , energía cinética  $E_v$ , energía potencial  $E_q$  y energía interna o térmica  $E_i$ . Si  $E_m$  representa la energía mecánica transferida al fluido (+) o desde él (-), por ejemplo mediante una bomba, ventilador o turbina, y  $E_h$  representa la energía térmica transferida al fluido (+) o desde él (-), por ejemplo mediante un intercambiador de calor, la aplicación de la ley de conservación de energía entre un punto 1 y un punto 2, resulta la siguiente ecuación:

$$(E_p + E_v + E_q + E_i)_1 \pm E_m \pm E_h$$

$$= (E_p + E_v + E_q + E_i)_2 + \text{p\u00e9rdidas}$$

Las p\u00e9rdidas en esta ecuaci\u00f3n representan una energ\u00eda no recuperable, por tratarse de formas de energ\u00eda irreversibles causadas por rozamiento, por ejemplo: energ\u00eda disipada en forma de calor o ruido.

Para este proyecto y considerando al agua como un l\u00edquido incompresible la expresi\u00f3n general puede escribirse en forma:

$$\frac{p_1}{\gamma} + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 \pm E_m \pm E_h = \frac{p_2}{\gamma} + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + h_L$$

Donde:

$p_1, p_2 =$  presi\u00f3n, (KN/m<sup>2</sup>).

$\gamma =$  peso espec\u00edfico, (KN/m<sup>3</sup>).

$\alpha_1, \alpha_2 =$  factores de correcci\u00f3n de la energ\u00eda cin\u00e9tica.

$g =$  aceleraci\u00f3n de la gravedad (9,81 m/seg<sup>2</sup>).

$z_1, z_2 =$  altura de elevaci\u00f3n sobre el plano de referencia, (m)

$h_L =$  p\u00e9rdida de carga, (m).

Para flujo laminar en tuberías, el valor de  $\alpha$  es 2,0. Para flujo turbulento en tuberías, el valor de  $\alpha$  varía entre 1,01 y 1,10. El flujo turbulento es, con mucho, el más frecuente en la práctica, y  $\alpha$  se suele tomar igual a la unidad.

El término pérdida de carga,  $h_L$ , representa las pérdidas y la variación de energía interna  $E_i$ .

### 2.3.3 Ecuación de Movimiento

A diferencia de las ecuaciones de continuidad y de la energía, que son relaciones escalares, la ecuación de la cantidad de movimiento es una relación vectorial, es decir, en la que intervienen tanto magnitud como la dirección de las fuerzas y velocidades.

La ley de conservación de la cantidad de movimiento puede enunciarse del siguiente modo: la variación en el tiempo de la cantidad de movimiento a lo largo de un tubo de corriente ocasiona una fuerza llamada fuerza de impulso. La fuerza neta de impulso del fluido ( $F$ ), causada por la variación de la cantidad de movimiento entre dos secciones diferentes  $A_1$  y  $A_2$  es:

$$F = \frac{(\rho_2 A_2 V_2 d_t) V_2 - (\rho_1 A_1 V_1 d_t) V_1}{d_t}$$

$$F = M(V_2 - V_1)$$

$$\text{Donde } M = \text{caudal másico} = \rho_2 A_2 V_2 = \rho_1 A_1 V_1$$

## 2.4 Ecuaciones de Flujo

Para proyectar instalaciones de transporte de fluidos, tanto si el flujo es a presión como en lámina libre, es preciso conocer: la relación existente entre la pérdida de carga y el caudal, las características del fluido y la rugosidad y configuración de la tubería o canal.

Algunas ecuaciones que relacionan dichos factores se describen a continuación:

### Flujo en Conductos Cerrados

Las ecuaciones del flujo de fluidos en conductos cerrados pueden derivarse tanto de consideraciones teóricas como empíricamente. La ecuación de Poiseuille para flujo laminar y la ecuación universal de Darcy-Weisbach son ejemplos de ecuaciones deducidas teóricamente. Las formulas de Manning y Hazen-Williams, utilizadas para proyectar

alcantarillas y conducciones forzadas, son ejemplos de ecuaciones obtenidas experimentalmente. Se describe las más usadas:

### Ecuación de Darcy-Weisbach

En términos de caudal, la ecuación sería:

$$hf = \frac{8fLQ^2}{\pi^2 g D^5}$$

Donde:

hf = pérdida de carga.

f = coeficiente de rozamiento.

L = longitud de la tubería, (m).

V = velocidad media (m/seg).

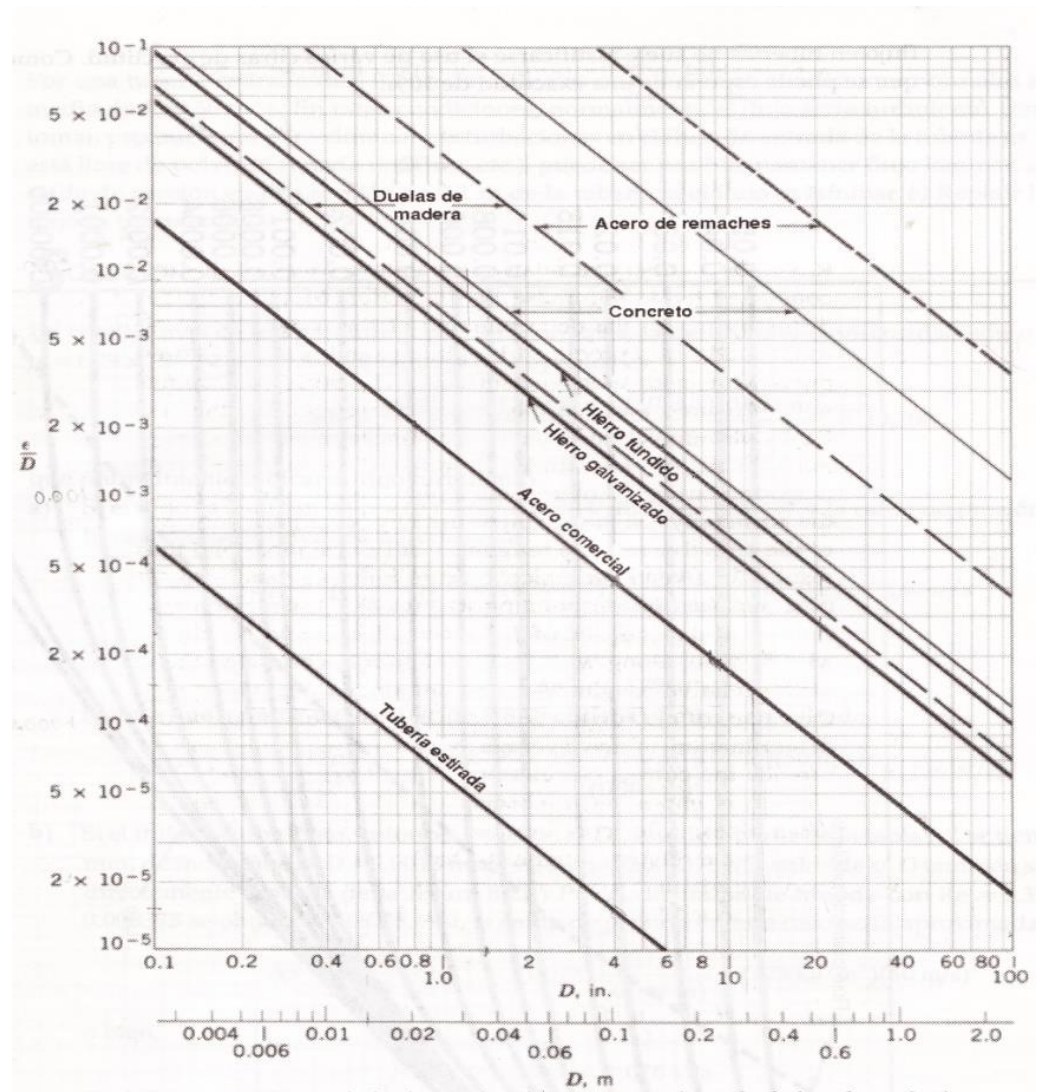
D = diámetro de la tubería, (m).

g = aceleración de la gravedad (9,81 m/seg<sup>2</sup>).

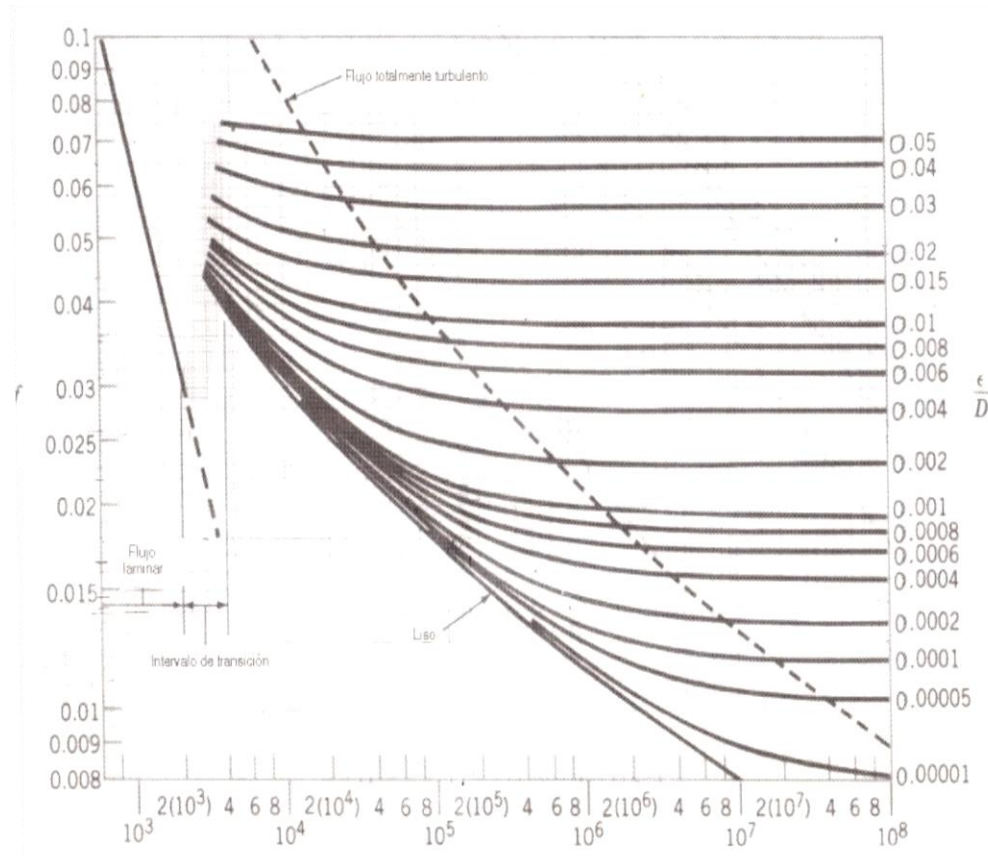
Q = caudal, (m<sup>3</sup>/seg).

Se ha comprobado que el valor de **f** varía con el número de Reynolds **Re**, la rugosidad y tamaño de la tubería y otros factores. La relación entre estas variables se representan en las gráficas conocidas como ábacos de Moody. La rugosidad relativa de tubos nuevos con respecto al diámetro se

muestra en la figura 2.1 y los ábacos de Moody se muestran en la figura 2.2.



**FIGURA 2.1** Rugosidad relativa de tubos nuevos.



**FIGURA 2.2** Diagrama de Moody.

### Formula de Manning

Fórmula para flujo en lámina libre. Inicialmente esta fórmula se concibió para el proyecto de canales abiertos, actualmente se utiliza también para conductos cerrados.



En función del caudal:

$$Q = \frac{0,312}{n} D^{8/3} S^{1/2}$$

Donde:

Q = caudal, (m<sup>3</sup>/s).

D = diámetro hidráulico, (m).

S = pendiente de la línea de carga.

## **2.5 Bombas y Sistema de Bombeo**

El presente proyecto de manera conceptual trata exclusivamente con flujos incompresibles, el principal énfasis se hará sobre dispositivos que absorben energía, en este caso las bombas.

### **2.5.1 Clasificación de las Bombas**

Las bombas pueden clasificarse de manera general ya sea como cinéticas y de desplazamiento positivo.

Por motivos propios del proyecto, se describirán solo las bombas centrífugas (está clasificada como bomba cinética), con detalle ya que debido a la densidad y viscosidad del fluido son estas bombas las de uso más extendido en el campo de ingeniería sanitaria.

Los tres tipos de bombas centrífugas son las de flujo radial, flujo mixto y flujo axial. En general, las bombas de flujo radial y mixto se emplean para el bombeo de aguas residuales y pluviales. Las bombas de flujo axial se pueden emplear para el bombeo de efluentes tratados o aguas pluviales exentas de agua residual.

### Bombas Centrífugas

Una bomba centrífuga físicamente consta de dos elementos principales: un elemento rotativo, el cual fuerza al líquido a seguir un movimiento rotativo, y la carcasa, la cual tiene por objeto dirigir el líquido hacia el rodete y hacia la salida.

Al girar el rodete, el líquido sale del mismo con presión y velocidad superiores a las que tenía a su entrada. La velocidad de salida del fluido se convierte parcialmente en presión antes de abandonar la bomba por la boquilla de descarga. La conversión de la velocidad en presión tiene lugar dentro de la carcasa, la cual puede ser de dos tipos, de voluta o de difusión. La forma del rodete y la carcasa varían con el tipo de bomba centrífuga, en una bomba de flujo radial el líquido entra axialmente en el rodete a través de la boquilla de

aspiración y es descargado radialmente hacia la carcasa. En una bomba de flujo mixto, el líquido entra axialmente en el rodete y es descargado en una dirección intermedia entre la radial y la axial. En una bomba de flujo axial el líquido entra y sale del rodete axialmente.

### **2.5.2 Características de Funcionamiento**

Entre las características para el funcionamiento de las bombas intervienen: Curvas características de la bomba, campo de funcionamiento y el número de unidades a utilizar.

#### Curvas características de la bomba

Los fabricantes de las bombas suministran la información relativa al comportamiento de sus bombas en forma de curvas características o curvas de la bomba. En la mayoría de las curvas características se representa gráficamente la altura manométrica total (TDH), el rendimiento en tanto por ciento, la potencia absorbida y el caudal en la abscisa.

#### Campo de funcionamiento

Al igual que la mayoría de los equipos mecánicos, una bomba funciona mejor en su punto de máximo rendimiento. En este punto los esfuerzos radiales sobre los cojinetes son mínimos, ya que la carga desequilibrada sobre el rodete también es mínima. Estos esfuerzos radiales se incrementan notablemente a medida que el punto de funcionamiento se separa del máximo rendimiento, sea en una u otra dirección. Cuando el caudal de la bomba sobrepasa al correspondiente al punto de máximo rendimiento la presión absoluta necesaria para evitar la cavitación aumenta de tal manera que, además de los problemas de esfuerzos radiales, la cavitación se convierte en un problema potencial. Cuando el caudal descargado por la bomba desciende hacia el punto de válvula cerrada (altura a caudal cero) la recirculación del líquido impulsado dentro del rodete es otro problema. Esta recirculación da lugar a vibraciones y pérdidas hidráulicas en la bomba y puede producir cavitación.

Debido a las razones expuestas, es de buena práctica limitar el intervalo de funcionamiento de las bombas entre un 60 y 120 por 100 del correspondiente al punto de máximo rendimiento.

### Número de unidades

Este depende del caudal de bombeo y de sus variaciones y también de la necesidad de contar con una unidad de reserva para atender situaciones de emergencia. Se recomienda adoptar los siguientes criterios:

Para pequeñas estaciones (población de diseño menor a 2000 habitantes) se colocarán dos unidades, cada una con capacidad de bombear el caudal de bombeo calculado. Una de ellas será la unidad de reserva y funcionará alternadamente con la unidad principal.

En estaciones mayores (población de diseño mayor a 2000 habitantes), el número mínimo será de dos unidades. Cuando se utilicen únicamente dos bombas, cada una de ellas debe tener una capacidad igual al caudal de diseño de la estación y una trabajará de reserva. Cuando se utilicen más de dos bombas, deberá ser prevista además de las unidades necesarias para el caudal máximo, por lo menos una bomba de reserva con capacidad igual a la mayor de las bombas instaladas.

### 2.5.3 Accionamiento de las Bombas.

Las bombas son accionadas normalmente por dos sistemas:

- Motores eléctricos.
- Motores de combustión interna.

#### Motores Eléctricos

Son los más empleados para propulsar de manera práctica y eficiente a las bombas de aguas residuales. Sus ventajas radican en su reducido tamaño y peso en comparación con el otro sistema motriz, en su limpieza, contaminación baja al ambiente, bajos niveles sonoros, facilidad de operación y menor costo en comparación con los de combustión interna. La principal desventaja es que no pueden ser usados en lugares donde se carece de energía eléctrica. En bombas de aguas residuales no se utilizan velocidades superiores a 1800 rpm, solamente podrían utilizarse en sistemas con alturas muy grandes que requieran altas velocidades. La mayoría de las velocidades se sitúan en el intervalo de 505 a 1800 rpm dependiendo de la capacidad de la bomba y de la altura. El uso de velocidades inferiores a 440 rpm es muy raro y sólo se pueden encontrar bombas de capacidades extremadamente grandes.

### Motores de combustión interna

En estaciones de bombeo de gran capacidad se emplean motores de combustión interna como fuente de energía de reserva para el accionamiento de las bombas y de los controles eléctricos en caso de fallo del suministro de energía. En algunos casos se utilizan estos motores para el accionamiento de bombas ubicadas en lugares muy apartados en donde no se dispone de suministro eléctrico.

#### **2.5.4 Estaciones de Bombeo**

El objetivo de una estación de bombeo es elevar agua, por lo que dentro de una estación se incluyen tanto las bombas como los equipos auxiliares de las mismas.

Los principales aspectos incluidos en esta sección hacen referencia a los tipos de estación de bombeo comúnmente utilizados y detalles importantes de su diseño.

##### **2.5.4.1 Tipos de Estaciones de Bombeo**

Las estaciones de bombeo son necesarias para la impulsión de:

- Aguas residuales domesticas crudas.
- Aguas pluviales.
- Aguas residuales industriales.
- Aguas residuales de redes de alcantarillado.
- Fangos producidos en las plantas de tratamiento.
- Redes de agua en las plantas de tratamiento.

Aparte de las instalaciones de bombeo de las plantas de tratamiento, las principales condiciones y factores que afectan a la necesidad de recurrir al uso de estaciones de bombeo en la redes de alcantarillado son:

1. Cuando la cota de la zona a servir es demasiado baja para que sus aguas residuales puedan evacuar por gravedad a los colectores existentes o en proyecto.
2. Cuando se requiere dar servicio a zonas situadas en el exterior de la cuenca vertiente.
3. Cuando la omisión de un bombeo, aun en el caso de que ello sea factible, supone un coste de construcción



excesivo debido a la necesidad de efectuar grandes excavaciones para la construcción de la alcantarilla que de servicio a una zona determinada.

#### **2.5.4.2 Diseño de Estaciones**

Las características de diseño de las estaciones de bombeo varían con la capacidad y el método constructivo a emplear, existen muchos diagramas esquemáticos de estaciones de bombeo para aguas residuales. Para este proyecto se propone construir una estación de bombeo de bombas sumergibles, debido a que este tipo de esquema se adapta a las necesidades de la obra en topografía y capacidades a manejar.

Las estaciones de bombeo con bombas sumergibles inatascables están en el mercado desde hace muchos años, experimentado notables mejoras al incorporar un sistema de fijación que permite su extracción sin afectar a la tubería de descarga, mediante unas guías a lo largo de las cuales se desliza la bomba.

Este tipo de estación puede suministrarse prefabricada en chapa de acero, aunque lo normal es instalar los equipos de bombeo y auxiliares en obra cuando las dimensiones lo ameriten. Las válvulas pueden instalarse en la misma cámara de bombeo, pero el mantenimiento es más sencillo cuando se colocan en una arqueta independiente.

#### **2.5.5 Tubería de Impulsión**

La velocidad del agua residual en las boquillas de aspiración y descarga varía entre 0.5 y 4,25 m/s. Si la velocidad resultante quedara fuera de este intervalo, lo más probable es que deba seleccionarse otra bomba más adecuada. Cuando las alturas manométricas son de 30 m o más, se suelen necesitar bombas con velocidades de descarga superiores a los valores indicados. Se recomienda que el diámetro de la tubería de aspiración sea una o dos veces superior al de la boquilla de aspiración de la bomba y que el conducto de descarga sea, como mínimo, el doble que el de la boquilla de descarga de la bomba. En la mayoría de las bombas para

aguas residuales, las boquillas de aspiración y descarga son del mismo tamaño, aunque en ocasiones, la de aspiración es mayor.

#### Determinación de diámetro y velocidad de Tubería de Impulsión

En una red de alcantarillado, la tubería que debe recibir el agua residual descargada por una estación de bombeo y transportarla a presión hasta el punto de descarga, recibe el nombre de tubería de impulsión.

La selección más económica del diámetro de la misma, viene determinado teóricamente por los costes de energía de bombeo junto con los de amortización y de los de inversión correspondiente a la tubería de impulsión y estación de bombeo.

En la práctica en estaciones de bombeo pequeñas, la selección del diámetro viene gobernada, normalmente, por la necesidad de mantener: una velocidad adecuada para el caudal mínimo que evite la deposición de sólidos, o una velocidad capaz de arrastrar los sólidos depositados al menos una vez durante el día.

Las tuberías de impulsión suelen tener, por lo general, diámetros superiores a 200 mm. En algunos casos pueden utilizarse tuberías de 100 mm en estaciones de bombeo de pequeño tamaño y tuberías de impulsión de poca longitud.

Los criterios relativos a las velocidades en la tubería de impulsión han sido desarrollados basándose en que los sólidos no se depositan cuando la velocidad de circulación es igual o mayor a 0,6 m/s. A velocidades inferiores, o cuando se produce el paro de las bombas, los sólidos se sedimentan, por lo que es preciso conseguir una velocidad aproximada a 2 m/s para arrastrarlos de nuevo.

En las estaciones de bombeo de tamaño medio o pequeño, que sirven únicamente a parte de una zona dotada de red de alcantarillado en donde el caudal puede ser bombeado de forma intermitente, las velocidades deseables en las tuberías de impulsión varían entre 1,1 y 1,9 m/s. Una estación pequeña suele tener dos bombas, una de las cuales esta de reserva, de manera que el caudal de bombeo es el máximo o nada.

En una estación pequeña que conste de dos bombas, debe ser posible el funcionamiento simultáneo de ambas, aún cuando sólo se precise de una de ellas para bombear el caudal del proyecto. Si los caudales son demasiado pequeños para garantizar que la velocidad de circulación para el caudal de proyecto será de 1,1 m/s, se pueden seleccionar las bombas, de manera que su funcionamiento conjunto produzca la velocidad mínima deseada de 1,1 m/s. En este caso, las dos bombas se hacen funcionar simultáneamente mediante control manual una vez por semana durante un tiempo suficientemente largo para limpiar la tubería.

# **CAPÍTULO 3**

## **3. DISEÑO DEL EQUIPO DE BOMBEO Y POZO HÚMEDO**

El presente capítulo tiene como objetivo proporcionar la orientación que ayude a establecer las condiciones para la definición y estimación de los parámetros de diseño para la selección del sistema de bombeo de la planta de tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Las condiciones previas para el cálculo del caudal de diseño se han establecido en el capítulo 1 y en el presente capítulo se va a proceder a la suma de estas variables y es el punto de partida para el presente proyecto.

### **3. 1 CONDICIONES DE OPERACIÓN.**

#### **3.1.1 Determinación del Caudal necesario**

El caudal de diseño se lo obtiene sumando el caudal de máximo horario, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas, los mismos que fueron definidos y calculados en el capítulo 1.

$$Q_{DT} = Q_{MH} + Q_{INFI} + Q_{CE}$$

$$Q_{DT} = (15.50 + 1.76 + 1.76) \frac{lt}{seg}$$

$$Q_{DT} = 15.02 \frac{lt}{seg} = 238.16 \text{ GPM} = 0.015 \frac{m^3}{seg} = 54 \frac{m^3}{hora}$$

Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan al tramo hasta el pozo de recolección de aguas residuales. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1.5 lt/seg, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

### 3.1.2 Cálculo de la altura dinámica total (TDH).

La bomba a seleccionar debe vencer la resistencia de un sistema de bombeo para lograr que el líquido fluya totalmente en el sistema. La resistencia al flujo del líquido es conocido como altura dinámica total TDH. Esta comprende los siguientes ítems: alturas estática de succión y de descarga, las pérdidas por rozamiento, la altura de

velocidad, pérdidas de carga locales y la diferencia de presión existente sobre el líquido en el lado de la succión y en el lado de la descarga.

Para el presente proyecto no existen condiciones de succión, porque las bombas están sumergidas y éstas succionan el agua residual directamente sin necesidad de accesorios y tuberías.

Entonces:

$$P_D - P_S = 0, V_S = 0, Z_S = 0,$$

Reemplazando estos valores en la ecuación de energía entre dos superficies libres y considerando sólo condiciones de descargas, tenemos que:

$$TDH = Z_D + \frac{V_D^2}{2g} + f \frac{l}{D} \frac{V_D^2}{2g} + \sum K_L \frac{V_D^2}{2g}$$

### 3.1.3 Diseño del sistema de tuberías y accesorios

La tubería de impulsión es la que recibe el agua residual descargada por la estación de bombeo y que la transporta a presión hasta el punto de evacuación. Los aspectos más importantes del



dimensionamiento de la tubería de descarga son la velocidad de circulación y las pérdidas por fricción. Existe un conflicto entre ellos porque la velocidad debe ser lo suficientemente alta para transportar los sólidos por la tubería, aunque las velocidades elevadas crean mayores pérdidas de fricción, aumentando la altura dinámica total a las bombas.

En general, una velocidad mínima de 1.96 ft/seg (0.6 m/seg) mantiene los sólidos en suspensión y una velocidad de 6.56 ft/seg (2 m/seg) puede arrastrar aquellos sólidos que hayan podido sedimentarse en la tubería.

Como se detalla en el APÉNDICE C la longitud y disposición del sistema de tubería están en base a las condiciones del proyecto como topografía, requerimientos de construcción, normas de construcción de sistemas de bombeo, etc. Los diámetros de la tubería se diseñan en base a las velocidades mínimas y máximas para suspender y arrastrar los sólidos, estos cálculos se muestran en el APÉNDICE A.

Aquí se muestran las diferentes velocidades para cada diámetro de tubería a un caudal constante y de acuerdo a esto se selecciona una tubería de diámetro nominal de 4 pulgadas, dimensiones bajo norma ANSI clase 125. Se selecciona este diámetro porque se encuentra en el rango de diseño, y porque además la bomba a seleccionar dispone de una descarga de 4 pulgadas, en las condiciones del punto de trabajo. En la cámara húmeda se selecciona como material de la tubería acero Inoxidable, debido al gran medio corrosivo al que estará expuesto. En la cámara seca se selecciona tubería A53 Grado B CED 40, a este se le aplicará Galvanizado en caliente 70 micras en la parte interior y exterior, además en la parte exterior se le aplicará un epóxico bituminoso con poliamida (Coaltar epoxi) dos capas de 200 micras, con un tiempo de curado de siete días, según normas ANSI/AWWA C210 (Liquid epoxi coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines).

Como elementos importantes dentro del sistema de tuberías, se tiene a los pasamuros, en el presente diseño existen dos, un elemento brida-liso y otro brida-brida de cuatro pulgadas de

diámetro nominal, ambos con un anillo de estanqueidad, para evitar posibles filtraciones y este anillo se lo utilizará también para fijarlo mediante puntos de soldadura proveyendo así una excelente fijación antes de la fundición de las paredes, evitando un posible desalinamiento o pérdida de niveles que ocasionarían un problema al momento de acoplar todo el sistema.

Los componentes adicionales de la tubería tales como válvulas, codos, conexiones en Tee, etc, se los denomina accesorios del sistema de tubería; estos contribuyen a la pérdida de carga global del sistema. Cada uno de estos componentes está definido por un coeficiente de pérdida, el cual depende de la geometría del componente considerado. Para el presente proyecto la sumatoria de los coeficientes de pérdidas de todos los componentes necesarios para el sistema de tubería diseñado es 3.84, como se lo puede apreciar en la tabla del APÉNDICE A.

Los accesorios serán bridados y sus dimensiones serán según norma ANSI/AWWA C208 (Dimensions for fabricated steel water pipe fittings) y ANSI/AWWA C207 (Steel Pipe Flanges for

Waterworks Service). Además a estos accesorios se les aplicará el mismo recubrimiento contemplado para la tubería de acero A 53 Grado B CED 40. Para mayor detalle se muestra en el APÉNDICE J las tablas de especificaciones técnicas para el sistema de tubería y accesorios, las mismas que deben ser consideradas por los constructores de la Estación de Bombeo.

El sistema de Bombeo deberá tener una válvula de regulación y otra de cheque (retención) en la tubería de impulsión. Además deben tener una señalización que indique si encuentran abiertos o cerrados y se deben instalar en sitios de fácil acceso para el operador, para su inspección y mantenimiento y que permitan un adecuado montaje y desmontaje. Las especificaciones técnicas de las válvulas seleccionadas se detallan en el APÉNDICE J.

Para la fabricación de los tramos de tubería se debe diseñar un procedimiento de soldadura el mismo que será calificado y registrado según código ASME sección IX o Normas ANSI/AWWA C206 (Field welding of steel water pipe). Además se debe realizar

pruebas no destructivas a los elementos si las circunstancias lo ameritan.

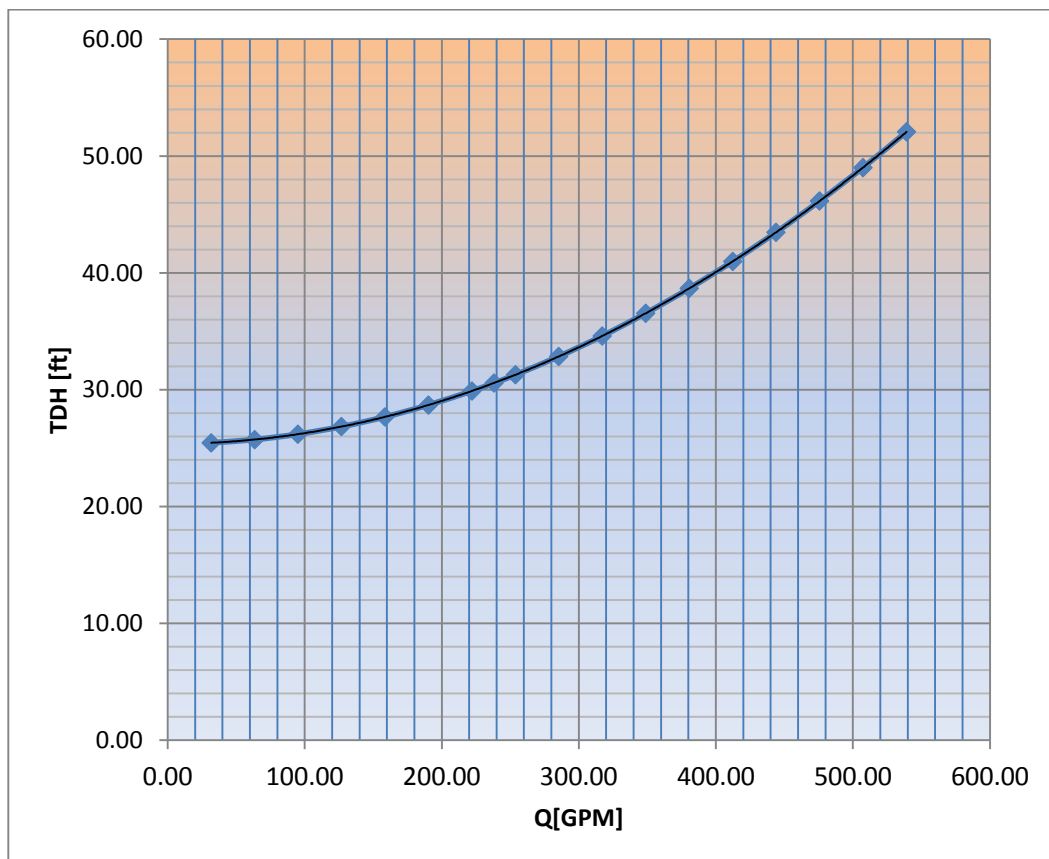
#### **3.1.4 Curva del sistema de Bombeo.**

La altura requerida por las bombas, para descargar el caudal de 15.02 lt/s a través del sistema de tubería, se la obtiene desarrollando la curva altura vs caudal del sistema. Esta curva es la representación gráfica de la altura del sistema y se la obtiene dibujando los puntos correspondientes a la altura manométrica total (altura geométrica más pérdidas) para una gama de caudales que varían desde cero al valor máximo esperado. El gráfico se lo puede observar en el APÉNDICE A y en la figura 3.1.

Se expresa la ecuación con el caudal Q en GPM, porque es más usual encontrar curvas de los fabricantes con este valor. Entonces la ecuación sería:

$$TDH = 25.36 + 9.18 E^{-05} Q^2$$

Se obtiene el punto de operación, con un cabezal requerido de 30.57 ft a 238.16 GPM.



**FIGURA 3.1** Curva del sistema.

### 3.1.5 Curvas características de las Bombas a ser utilizadas.

La altura a la que la bomba puede impulsar los diversos caudales a la velocidad de funcionamiento constante se establece en los ensayos de bombeo que realizan los fabricantes. La altura

manométrica de la bomba es la diferencia entre las energías existentes en el conducto de impulsión y aspiración de la bomba.

En el curso del ensayo se varía el caudal de bombeo actuando sobre una válvula dispuesta en la descarga de la bomba y se mide la altura correspondiente. Los resultados del ensayo se representan gráficamente dando lugar a una curva de alturas-caudales para la velocidad de giro empleada. Al mismo tiempo, se mide el rendimiento y la potencia absorbida y los valores resultantes se representan sobre el mismo diagrama. El conjunto de estas curvas se denomina curvas características de la bomba.

Para el presente proyecto la bomba que se adapta a los requerimientos del proyecto (dimensiones, diámetro de descarga, punto de operación, etc.), es un modelo comercial AMX 434-184, marca Homa, cabe recalcar que se ha elegido esta marca porque cumple con los requerimientos del proyecto a realizar, pero queda abierta la posibilidad del constructor que seleccione otra marca de bomba siempre y cuando cumpla con los requerimientos y con la calidades de la que se ha seleccionado. El gráfico de las curvas

características de esta bomba seleccionada se los puede visualizar en el APÉNDICE D.

### **3.1.6 Punto de Operación del Sistema de Bombeo.**

El punto de operación de la bomba lo determina la intersección entre la curva del sistema y la curva característica de la bomba seleccionada. La intersección de estas curvas da un valor de 238.16 GPM y de 30.57 ft, con una eficiencia del 63.4 %. El punto de operación de la bomba se lo puede visualizar en el APÉNDICE D.

### **3.1.7 Cálculo de la Potencia de los Equipos de Bombeo Utilizados.**

Mediante cálculos realizados en el APÉNDICE B se obtiene la mínima potencia hidráulica ganada por el fluido con un valor de aproximadamente 3 HP, el motor eléctrico seleccionado trabajará a 460 voltios, frecuencia de 60 Hertz a 1750 rpm además la potencia de la bomba seleccionada por marca, será de 5 HP y devanado de 4 polos.

### **3.1.8 Sistema de Izaje.**



La estación debe contar con elementos que permitan el transporte y movilización de maquinaria, teniendo en cuenta las siguientes disposiciones:

1. La capacidad del equipo debe ser suficiente para mover el elemento de mayor peso que pueda ser transportado.
2. El curso del equipo debe ser analizado para permitir en todo momento el retiro, movilización del equipo de bombeo.
3. Deben ser previstos los accesos necesarios en la casa de bombas, de manera que permitan el manejo adecuado de los equipos en los labores de mantenimiento.

Para el presente proyecto, debido a que las dimensiones y peso de las bombas y accesorios a montar o desmontar son de baja magnitud, el izaje que se diseñó consiste en dos sistemas idénticos con un carro y polipasto manual de 500 Kg, los mismos que se ajustarán a una viga I, fabricada. Se provee al carro una protección estándar contra caída e inclinación de acuerdo con la norma DIN 15018 y con las directrices sobre la maquinaria. Además el polipasto debe estar constituido con cadenas resistentes de acero inoxidable

para aumentar la resistencia a la corrosión. En el APÉNDICE I se detallan los planos y especificaciones del sistema de izaje. Como un adicional al sistema de izaje, las bombas a seleccionar deben tener accesorios de izaje adicionales, los mismos que se compondrán principalmente de un riel de dos tubos de 1 ½" y un codo base de descarga fijo, este codo será bridado de 4" según ANSI B16.1, entonces cuando se requiera realizar un mantenimiento a cualquiera de las bombas, sólo bastará con desensamblar los pernos y la bomba será levantada fácilmente con el polipasto manual.

## 3.2 DISEÑO DEL POZO HÚMEDO

### 3.2.1 Dimensiones del Pozo Húmedo

Despejando de la ecuación deducida en el APÉNDICE G el volumen requerido para el pozo húmedo será:

$$V = \frac{Q\Phi_{min}}{4}$$

Por lo tanto, si:

$\Phi_{min} = 900$  segundos (La frecuencia de cada arranque será cada 15 minutos).

Q = Caudal de bombeo o capacidad de bombeo.

$$V = \frac{15.02 \times 900}{4}$$

$$V = 3379.5 \text{ litros}$$

Por razones de órdenes prácticos y constructivos (debido a la cota de llegada de los ramales primarios), se adoptan las siguientes dimensiones para el pozo húmedo:

Largo = 2 m.

Ancho = 2 m.

Altura = 5.38 m.

Volumen = **21.52 m<sup>3</sup>**.

### 3.2.2 Características del Pozo Húmedo

Entre las consideraciones para el diseño y construcción del pozo húmedo se tienen:

- A la base del pozo húmedo se le consideró una inclinación hacia la zona de aspiración de las bombas, debido a que por el tamaño del pozo el flujo no siempre es turbulento, por lo que suele producirse la deposición de arenas y sólidos.

- Para evitar una obstrucción de las bombas con trapos u otros sólidos que pueden causar un atascamiento se ha diseñado una reja para que separe los trapos y otros materiales. La reja es un dispositivo formado por un conjunto de barras paralelas cuya separación es de 10 cm y la limpieza de esta se la realiza de forma manual.
- Como el ciclo de funcionamiento de las bombas depende de la potencia de las mismas y de las recomendaciones del fabricante, se ha diseñado el sistema mediante el siguiente criterio para bombas de hasta 20 HP, el tiempo entre arranques debe ser entre 10 y 15 minutos.
- Dos elementos importantes a instalarse en la cámara húmeda son las compuertas planas deslizantes, se entenderá como compuertas a los dispositivos que permiten controlar el flujo de las aguas residuales entre las cámara de llegada y la cámara húmeda de bombeo y también para dar paso a un posible flujo de rebose si el caso lo amerita, sus ubicaciones se detallan en el APÉNDICE C, en el plano PEB 003. Estas serán de accionamiento manual a través de un volante y se debe realizar una prueba de maniobrabilidad luego del montaje, esta prueba consiste en levantar y descender la

compuerta verificando que la operación se realice con suavidad y sin presentar atascamientos. En el APÉNDICE C, se detallan más especificaciones técnicas que provee el fabricante.

### **3.3 CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

- La estructura de la estación de bombeo será de hormigón armado.
- A las paredes exteriores situadas por debajo del terreno y las de la cámara de aspiración que se encuentran por debajo del nivel máximo de agua se les colocará un revestimiento bituminoso para evitar filtraciones.
- Las secciones serán cuadradas y rectangulares, ya que permiten una utilización mejor del espacio disponible.
- Se tiene que tener en cuenta que para el montaje de los pasamuros se deben rigidizar de la mejor manera posible, no hay que escatimar materiales y costos porque estos son de extrema importancia al momento de montar las tuberías restantes y si se los instala con algún desalineamiento o que se muevan durante la fundición de los muros conllevaran a que haya problemas a futuro con el montaje del resto de los accesorios y tuberías.

- Se han diseñado vigas carril para suspender a las bombas para cuando necesiten mantenimiento.
- Para atender situaciones de emergencia y en base al criterio de que el número de habitantes es menor a 3000, se colocarán dos bombas, cada una con capacidad de bombear el caudal de bombeo calculado. Una de ellas será la unidad de reserva y funcionará alternamente con la unidad principal.
- A las bombas se le ha incorporado un sistema de fijación que permite su extracción sin desmontar a la tubería de descarga, mediante unas guías a lo largo de las cuales se deslizan las bombas.
- Se han diseñado tapas de inspección sobre las válvulas check y válvulas compuertas.
- El proceso de funcionamiento, tanto manuales, como automáticos de los equipos del sistema de bombeo, se los realizará desde un TABLERO DE CONTROL, el panel está conformado de equipos de protección (guarda motores, breakers y relés térmicos), maniobra (interrupturos y relés auxiliares) y equipos de control, será fabricado con plancha de acero inoxidable con las siguientes dimensiones 0.70x0.80x 0.30 m. Los elementos de control a instalar en la estación de bombeo son:

- Tres boyas de nivel o flotadores de dos posiciones, que serán instaladas en el pozo de bombeo, las mismas que indicarán los niveles de arranques y paradas de las bombas. Los tres flotadores se denominarán SW1, SW2 Y SW3, y serán del modelo MB para la marca seleccionada (HOMA), las especificaciones de los mismos se detallan en el APÉNDICE D. SW2 encenderá la bomba # 1, SW3 encenderá a la bomba # 2 en caso de emergencia y SW1 apagará las bombas cuando se llegue al nivel -1.38 m.
- Un selector rotativo para conmutación del modo de funcionamiento de bombeo, única y exclusivamente operable manualmente, con opciones: Apagado, Manual y automático.
- Pulsanteras de arranque y paro para el modo de funcionamiento manual.
- Pulsantera de paro de emergencia.
- Luminarias de señalización de estado de equipos y/o procesos.
- Las longitudes de las trabas del flotador se las ha diseñado en base a la altura del rango de bombeo. Los gráficos utilizados para el diseño se los muestra en el APÉNDICE C.

- En modo de operación APAGADO, no será posible la operación de bombas, se empleará para mantenimiento e intervención de los equipos, sin riesgo para el personal que efectuará estas labores.
- En modos de operación MANUAL, será posible o encender o apagar las bombas, mediante la simple acción sobre las teclas de la tarjetas de control de funcionamientos de las bombas.
- En modo AUTOMÁTICO será el controlador programable, el responsable de encender o apagar las bombas mediante rutinas que ejecuten el proceso de funcionamiento automático de las bombas siguiente:
  - Cuando el nivel del agua haya alcanzado la cota -0.88 m, es decir cuando se alcance el nivel de marcha de bombeo, el flotador SW2 encenderá la bomba # 01.
  - Si en un supuesto caso si el nivel sigue subiendo y logra alcanzar la cota -0.28 m se encenderá una alarma y a su vez la bomba #02.
  - Las bombas permanecerán en funcionamiento hasta cuando se alcance la cota -1.38 m, en cuyo caso se apagarán ambas bombas.



# **CAPÍTULO 4**

## **4. CÁLCULOS DE COSTOS DE INVERSIÓN**

El objetivo del presente capítulo es realizar un análisis de costo de los equipos y materiales a ser utilizados así como de la instalación a realizar del sistema y del mantenimiento que se le realizará a la Estación de Bombeo para garantizar un largo periodo de vida útil. En el diseño de una Estación de Bombeo los costos se reducen a la adquisición de los equipos de bombeo y sus accesorios, ya que la mayoría de estos son importados y dependiendo del tipo de estación, estos se fabrican bajo pedido.

### **4.1 Costo de los Equipos de Bombeo, Sistema de Tubería y Accesorios Utilizados.**

A continuación se detalla el listado de los rubros de suministros que componen a la Estación de Bombeo. En el listado se detallan los precios unitarios de cada uno de los rubros, estos se han elaborado mediante un Análisis de precio Unitario (APU). Al final se muestra el valor total de suministros por un valor de \$ 44134.33.

**TABLA 5**  
**COSTOS DE SUMINISTROS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

Item	Descripción	Unidad de medida	Cant	Precio unitario	Precio total
S1	Bomba sumergible de 4 HP, incluye accesorios	und	2	8700.00	17400.00
S2	Tramo de tubo de Acero Inoxidable 3" CED 40 PN 10 Brida- Brida de 4.28 metros	und	2	450.91	901.8292
S3	Codo de 90 grados, Acero Inoxidable 4" PN10, Bridado	und	2	780.50	1561.00
S4	Pasamuro de Acero A 36, galvanizado y con protección epóxica exterior, con anillo de estanqueidad, de 4" Brida- Liso, PN 10 de 0.29 m	und	2	150.00	300.00
S5	Unión mecánica de 4", PN 10	und	4	470.00	1880.00

S6	Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 ", Brida -liso, PN 10 de 0.11 m	und	2	75.00	150.00
S7	Válvula Check de 4", Bridada PN10	und	2	385.30	770.60
S8	Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 ", Brida -Brida, PN 10 de 0.31 m	und	2	155.32	310.64
S9	Válvula Compuerta de 4", Bridada PN10	und	2	580.43	1160.86
S10	Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 ", Brida -liso, PN 10 de 0.09 m	und	2	73,54	147.08
S11	Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 ", Brida -liso, PN 10 de 0.14 m	und	2	78.00	156.00

S12	Codo de 90 grados, Acero A36, Galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4" PN10	und	4	225.34	901.36
S13	Tee, Acero A36, Galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4" PN10, Bridada	und	1	379.43	379.43
S14	Pasamuro de Acero A 36, galvanizado y con protección epóxica exterior, con anillo de estanqueidad, de 4" Brida-Brida, PN 10 de 0.44 m	und	1	210.00	210.00
S15	Tramo de tubo de Acero A 36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4" Brida- Brida, PN 10 de 7.30 m	und	1	930.76	930.76
S16	Tramo de tubo de Acero A 36, galvanizado y con protección epóxica exterior, con anillo de estanqueidad, de 4" Brida-Brida, PN 10 de 2.75m	und	1	425.45	425.45
S17	Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 " , Brida -liso, PN 10 de 0.315 m	und	1	153.43	153.43
S18	Tablero de control, incluye cables y accesorios	und	2	1365	2730.00

S19	Compuerta de acero Inoxidable, 250x250 m, incluye volante para levante	und	2	2854.45	5708.90
S20	Sistema de Izaje para mantenimiento, Incluye polipasto manual 500 Kg, con cadena inoxidable, Viga I, Carro manual	und	2	1750.54	3501.08
S21	Escalera tipo marinero empotrada, con tubo de 1 1/2"inoxidable	metro	4.03	156.78	631.82
S22	Canastilla de retención de sólidos de acero Inoxidable, 1x1x1 m	und	1	720	720.00
S23	Tapa metálica de 1.22x0.43x0.004 m	und	3	90.585	271.76
S24	Tapa metálica de 0.92x1.80x0.004 m	und	2	285.945	571.89
S25	Tapa metálica de 0.58x1.60x0.004 m	und	3	160.215	480.65
S26	Pernos galvanizados bridas	und	184	0.95	174.80
S27	Empaque	m2	2.00	56.5	113.00
S28	Aislante bridas aisladora	und	4	123.00	492.00

**TOTAL SUMINISTROS**

**\$43,134.33**

#### 4.2 Costos de Instalación de los Equipos de Bombeo y sus Accesorios

Se ha realizado un análisis de precios unitarios (APU) de todos los rubros de instalaciones de los componentes de la Estación de Bombeo. Este listado y el anterior (suministros) serán la base para realizar el proyecto y serán una guía al momento de licitar el proyecto si el caso lo amerita. Al final se muestra el valor total de instalación de suministros por un valor de \$ 6359.50.

**TABLA 6**  
**COSTOS DE INSTALACIÓN DE SUMINISTROS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

Item	Descripción	Unidad de medida	Cant.	Precio unitario	Precio total
I1	Instalación de Bomba sumergible, incluye accesorios	und	2	798.65	1597.30
I2	Instalación de Tramo de tubo de Acero Inoxidable CED 40 PN 10 Brida- Brida de 4.28 metros	und	2	307.89	615.78
I3	Instalación de Codo de 90 grados, Acero Inoxidable 4" PN10, Bridado.	und	2	75.78	151.56

I4	Instalación de Pasamuro de Acero A 36, galvanizado y con protección epóxica exterior, con anillo de estanqueidad, de 4" Brida- Liso, PN 10 de 0.29 m	und	2	89.76	179.52
I5	Instalación de Unión mecánica de 4", PN 10	und	4	15.47	61.88
I6	Instalación de Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 ", Brida -liso, PN 10 de 0.11 m	und	2	67.65	135.3
I7	Instalación de Válvula Check de 4", Bridada PN10	und	2	76.45	152.9
I8	Instalación de Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 ", Brida -Brida, PN 10 de 0.31 m	und	2	27.5	55.00
I9	Instalación de Válvula Compuerta de 4", Bridada PN10	und	2	72.52	145.04
I10	Instalación de Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 ", Brida -liso, PN 10 de 0.09 m	und	2	15.47	30.94

I11	Instalación de Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 ", Brida -liso, PN 10 de 0.14 m	und	2	15.47	30.94
I12	Instalación de Codo de 90 grados, Acero A36, Galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4" PN10	und	4	29.67	118.68
I13	Instalación de Tee, Acero A36, Galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4" PN10	und	1	55.89	55.89
I14	Instalación de Pasamuro de Acero A 36, galvanizado y con protección epóxica exterior, con anillo de estanqueidad, de 4" Brida- Brida, PN 10 de 0.44 m	und	1	98.45	98.45
I15	Instalación de Tramo de tubo de Acero A 36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4" Brida- Brida, PN 10 de 7.30 m	und	1	67.43	67.43
I16	Tramo de tubo de Acero A 36, galvanizado y con protección epóxica exterior, con anillo de estanqueidad, de 4" Brida- Brida, PN 10 de 2.75m	und	1	45.65	45.65



I17	Instalación de Tramo de tubo de Acero A36, galvanizado y con protección epóxica exterior, de 4 ", Brida -liso, PN 10 de 0.315 m	und	1	15.45	15.45
I18	Instalación de Tableros de control, incluye accesorios.	und	1	1086.0	1086.00
I19	Instalación de Compuerta de acero Inoxidable, 0.50x0.35 m, incluye volante para levante	und	2	351.76	703.52
I20	Instalación de Sistema de Izaje para mantenimiento, Incluye polipasto manual 500 Kg, con cadena inoxidable, Viga I, Carro manual	und	2	187.76	375.52
I21	Instalación de Escalera tipo marinero empotrada, con tubo de 1 1/2"inoxidable	metro	4.03	35.34	142.42
I22	Instalación de Canastilla de retención de sólidos de acero Inoxidable, 1x1x1 m	und	1	54.45	54.45
I23	Instalación de Tapa metálica de 1.22x0.43x0.004 m	und	3	22.34	67.02
I24	Instalación de Tapa metálica de 0.92x1.80x0.004 m	und	2	23.34	46.68
I25	Instalación de Tapa metálica de 0.58x1.60x0.004 m	und	3	24.34	73.02

I26	Instalación de Pernos	und	184	0.25	46.00
I27	Instalación de Empaque	m2	2.00	78.50	157.00
I28	Instalación de Aislante	und	4	12.54	50.16
<b>TOTAL INSTALACIÓN</b>					<b>\$6,359.50</b>

### 4.3 Costos de Mantenimiento de los Equipos de Bombeo

Para el análisis de costos de mantenimiento de los Equipos de bombeo, se ha considerado el costo de operación más los costos de mantenimiento diario (limpieza de canastilla de retención de sólidos), el mismo que se considera a una persona que trabaje cuatro veces a la semana, mas el costo de mantenimiento periódico preventivo y/o correctivo que se le realizará a las bombas; los suministros se han calculado a partir del 5% de la mano de obra y las herramientas a partir del 2.5% de la mano de obra. De manera aproximada el tiempo de operación diario de la bomba se ha considerado a partir del coeficiente entre el caudal doméstico  $Q_D$  y el caudal de diseño  $Q_{MH}$  multiplicado por 24 horas. La energía requerida anual del equipo, se ha calculado a partir de recomendaciones del fabricante de las bombas.

**TABLA 7**  
**COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO**

<b>ITEM</b>	<b>Tiempo de operación anual [horas]</b>	<b>Costo energía [\$/Kwh]</b>	<b>Energía requerida de equipo [Kwh/a]</b>	<b>Costo Anual de Energía</b>
Operación	1825	0.73	2510	1832.30
	<b>Personal de mantenimiento</b>	<b>Suministros</b>	<b>Herramientas</b>	<b>Costo Anual Mantenimiento</b>
Mantenimiento	2730	136.5	68.25	2934.75
<b>COSTO TOTAL MANTENIMIENTO</b>				<b>\$ 4767.05</b>

#### **4.4 Análisis de Costos de Inversión.**

El costo de inversión es uno de los aspectos más importante a analizar, puesto que esto influye directamente en los cálculos de costos indirectos al fijar un precio por villa o condominio en una urbanización. Para el presente proyecto se ha analizado previamente los costos de suministros y montaje de los mismos; además se analizó los costos por mantenimiento que influirán en el cálculo de las tasas mensuales que tendrán que cancelar los habitantes a la administración por mantenimiento de la estación de bombeo.

Para los suministros e instalación de la Estación de Bombeo, resulta un total de \$ 49493.83, al dividir para los 205 lotes, resulta un valor de

\$ 241.43 que será un costo indirecto que deberá sumarse al costo total de la villa a construirse.

Cuando la Estación de bombeo esté en operación, el costo de mantenimiento sería de \$ 4767.05, que dividido para los 205 lotes de la urbanización, cada dueño tendría que cancelar aproximadamente \$ 1.93 mensual por mantenimiento del equipo de bombeo.

# CAPITULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Basados en cálculos teóricos y aplicaciones comerciales se ha podido seleccionar un equipo para un sistema de bombeo de aguas residuales para una urbanización. Además se ha establecido un sistema normalizado para el cálculo de caudal y se ha calculado el cabezal dinámico total, mediante ecuaciones básicas de la Mecánica de fluidos.
- En el cálculo del caudal de diseño se debe tener un extremo cuidado al realizarlo porque una equivocación provocaría que las bombas se seleccionaran de manera errónea. Un correcto diseño, una buena selección y una adecuada calibración del equipo de bombeo permitirán que el proyecto se desarrolle óptimamente, para desempeñar el trabajo requerido.

- Es necesario que el constructor realice un análisis de costo, tiempo y calidad antes de empezar a ejecutar el proyecto. Es decir tiene que seleccionar los accesorios y equipos de bombeo bajo las normas establecidas y además de planificar con anticipación la importación de los accesorios, para que no se generen retrasos.
- Durante la construcción se debe tener cuidado al momento de instalar los pasamuros antes y durante la fundición de las paredes porque de esto depende la instalación a futuro del sistema de tubería.
- El uso de la información de la marca utilizada, en ningún caso pretende direccionar la selección definitiva de los equipos de bombeo a la referida marca. En efecto, la aprobación definitiva de los equipos a instalarse deberá efectuarse a base de la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas del proyecto.
- En el presente proyecto, se considera la instalación de dos equipos de bombeo de iguales características, de manera que se instalen dos bombas, una operativa y una de reserva, la misma que funcionará cuando exista alguna anomalía en una de las bombas o cuando se le realice el respectivo mantenimiento preventivo.
- Se debe realizar pruebas preliminares de bombeo en las condiciones normales y críticas de operación con el fin de detectar posibles errores y tomar las medidas correctivas.

- El mantenimiento de todo el equipo debe ser de carácter preventivo y debe llevarse un registro de las actividades de mantenimiento realizadas, que incluya el tipo de daño presentado, las posibles fallas, repuestos utilizados, tiempo de reparación y medidas preventivas tomadas para disminuir su ocurrencia.

# BIBLIOGRAFÍA

1. METCALF & EDDY, Ingeniería de Aguas Residuales Redes de alcantarillado y bombeo, Segunda Edición, McGraw-Hill, 1991.
2. MUNSON YOUNG OKIISHI, Fundamentos de Mecánica de Fluidos, Limusa Wiley, 2003.
3. WHITE, F. M, Fluid Mechanics, MacGraw-Hill, New York.
4. WILLIAN SMITH, Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales, McGraw-Hill, Tercera Edición.
5. Standard Pipe Specifications, AWWA.
6. Standard ASTM.
7. Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico- RAS 2000, República de Colombia.
8. INTERAGUA, Formulario No. PR- Rev.02, Procedimiento para revisión y/o aprobación de estudios sobre infraestructura de AAPP, AASS Y AALL de Urbanizaciones o Conjuntos Residenciales, 2005.
9. INTERAGUA, Normas Técnicas, Especificaciones de construcción, Revisión dos, año 2004.



**APÉNDICE A**

**CÁLCULO DE LA ECUACIÓN**

**DEL SISTEMA**

## CÁLCULO DE ECUACIÓN DEL SISTEMA

Al aplicar la ecuación de energía entre dos superficies libres, puntos (1) y (2), se obtiene:

$$\frac{P_S}{\rho} + \frac{V_S^2}{2g} + Z_S + TDH = \frac{P_D}{\rho} + \frac{V_D^2}{2g} + Z_D + f \frac{l}{D} \frac{V^2}{2g} + \sum K_L \frac{V^2}{2g}$$

Despejando

$$TDH = \frac{(P_D - P_S)}{\rho} + \frac{(V_D^2 - V_S^2)}{2g} + (Z_D - Z_S) + f \frac{l}{D} \frac{V^2}{2g} + \sum K_L \frac{V^2}{2g}$$

Para el presente proyecto no existen condiciones de succión, por lo que las bombas están sumergidas y están succionan el agua residual directamente sin necesidad de accesorios y tuberías. Entonces:

$$P_D - P_S = 0, V_S = 0, Z_S = 0,$$

Reemplazando estos valores en la ecuación y considerando sólo condiciones de descargas, se obtiene lo siguiente:

$$TDH = \frac{V_D^2}{2g} + Z_D + f \frac{l}{D} \frac{V_D^2}{2g} + \sum K_L \frac{V_D^2}{2g}$$

$$TDH = Z_D + \left[ 1 + f \frac{l}{D} + \sum K_L \right] \frac{V_D^2}{2g}$$

En el proyecto, se tiene dos tramos de tuberías de materiales diferentes esto es acero inoxidable y Acero A53, con sus respectivos accesorios los que se definen en las siguientes tablas.

### Tabla de pérdidas menores del sistema

Descripción	Tramo	No.	Coef. Pérdidas menores	Subtotal pérdidas
Codo 90° bridado	1-2	5	0.30	1.50
Válvula check	2-3	1	2.00	2.00
Válvula compuerta	2-3	1	0.14	0.14
Tee de derivación	2-3	1	0.20	0.20
Total por pérdidas menores				3.84

### Selección del diámetro de la tubería

Material:		INOXIDABLE TRAMO 1-2		
ø (plg)	ø int (mm)	Caudal [lt/seg]	Velocidad [ft/seg]	Carga Velocidad m
2	50.8	15.02	24.30	9.17
2.5	63.5	15.02	15.55	3.76
3	78.00	15.02	10.31	1.65
4	102	15.02	6.03	0.56
6	152.4	15.02	2.70	0.11
8	203.2	15.02	1.52	0.04
Material:		ACERO A53 GRADO B CED 40 TRAMO 2-3		
ø (plg)	ø (mm)	Caudal [lt/seg]	Velocidad [ft/seg]	Carga Velocidad [m]
2	50.8	15.02	24.30	9.17
2.5	63.5	15.02	15.55	3.76
3	78.00	15.02	10.31	1.65
4	102	15.02	6.03	0.56
6	152.4	15.02	2.70	0.11
8	203.2	15.02	1.52	0.04

SELECCIÓN

SELECCIÓN

Por el criterio de selección de **1.96 ft/seg (0.6 m/s) <Velocidad<6.56 ft/seg(2 m/s)**, se selecciona diámetros de 4 pulgadas.

## Cálculo del factor de fricción en tubería impulsión

### Tubería de acero inoxidable

$$D = 102 \text{ mm} = 0.33 \text{ pulg}$$

$$\mu = 2.037 E^{-05}$$

$$Q = 15.02 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 238.16 \text{ GPM} = 0.53 \text{ ft}^3/\text{seg}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = 6.02 \text{ ft/seg}$$

$$Re = \frac{VD}{\mu} = 1.88 E^{05}$$

De los ábacos de Moody  $\frac{\varepsilon}{D} = 1E^{-05}$

$$f = 0.016$$

### Tubería de acero A53 Grado B CED 40

$$D = 102 \text{ mm} = 0.33 \text{ pulg}$$

$$\mu = 2.037 E^{-05}$$

$$Q = 15.02 \frac{\text{lt}}{\text{seg}} = 238.16 \text{ GPM} = 0.53 \text{ ft}^3/\text{seg}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} = 6.02 \text{ ft/seg}$$

$$Re = \frac{VD}{\mu} = 1.88 E^{05}$$

De los ábacos de Moody  $\frac{\varepsilon}{D} = 4.5E^{-04}$

$$f = 0.019$$

### Tabla de tubería de impulsión

Descripción	Tramo	Long [ft].	Factor de fricción
Acero inoxidable, Dn= 4 pulg	1-3	14.04	0.016
Acero A53, Dn= 4 pulg.	3-2	38.13	0.019

La ecuación quedaría como:

$$TDH = 25.36 + \left[ 1 + 0.016 \frac{14.04}{0.33} + 0.60 \right] \frac{V_{D1}^2}{32.2} + \left[ 1 + 0.019 \frac{38.13}{0.33} + 3.24 \right] \frac{V_{D2}^2}{32.2}$$

Debido a que

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q \left( ft^3 / seg \right)}{\left( \frac{\pi}{4} \right) \left( \frac{D}{12} \right)^2}$$

A la ecuación de la altura dinámica total se la puede representar como:

$$TDH = Z_D + \sum h_L$$

Donde  $\sum h_L$  representa todas las pérdidas menores que ocurren en los accesorios y válvulas de las mismas. Con base en el estudio de flujo en tuberías se sabe que en general  $h_L$  varía aproximadamente como el cuadrado del caudal, es decir,  $h_L \propto Q^2$ . Así la ecuación del sistema se puede escribir en la forma:

$$TDH = Z_D + kQ^2$$

Donde  $k$  depende de los tamaños y longitudes de la tubería, de los factores de fricción y de los coeficientes de pérdidas menores.

Se puede cambiar la forma de la curva del sistema abriendo o cerrando válvulas, cambiando la disposición o medidas de las tuberías y variando los niveles del sistema.

Se expresa la ecuación con el caudal  $Q$  en GPM, porque es más usual encontrar curvas de los fabricantes con este valor. Entonces la ecuación sería:

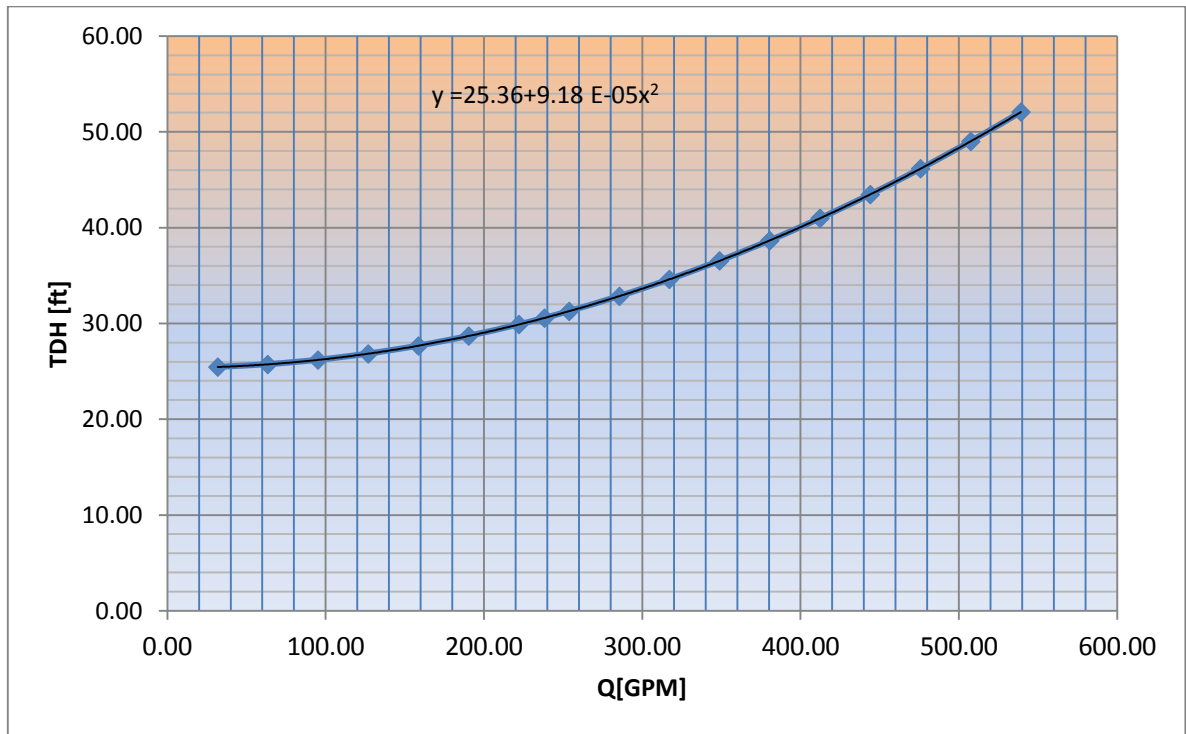
$$TDH = 25.36 + 9.18 E^{-05} Q^2$$

*Ecuación (A. 1)*

La ecuación revela cuánta carga real debe dar la bomba al fluido a fin de mantener un cierto caudal, entre ellos el de diseño.

Con la ecuación A.1, se procede a graficar a diferentes caudales incluyendo el caudal de diseño, con esto se obtiene el punto de operación con un cabezal requerido de 30.57 ft a 238.16 GPM.

CAUDAL [lt/seg]	CAUDAL [GPM]	CAUDAL [m3/seg]	TDH [ft]
2	31.71	0.002	25.45
4	63.42	0.004	25.73
6	95.14	0.006	26.19
8	126.85	0.008	26.84
10	158.56	0.010	27.67
12	190.27	0.012	28.69
14	221.99	0.014	29.89
<b>15.02</b>	<b>238.16</b>	<b>0.015</b>	<b>30.57</b>
16	253.70	0.016	31.27
18	285.41	0.018	32.84
20	317.12	0.020	34.60
22	348.84	0.022	36.54
24	380.55	0.024	38.67
26	412.26	0.026	40.98
28	443.97	0.028	43.47
30	475.69	0.030	46.15
32	507.40	0.032	49.01
34	539.11	0.034	52.06



# **APÉNDICE B**

## **DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO**



## POTENCIA MÍNIMA DE LA UNIDAD DE BOMBEO

UNA UNIDAD OPERANDO MÁS OTRA EN STAND BY.

$$P = \gamma Q H_T / 550 \eta$$

Q=	15.02	lit/seg	238.16	GPM
$\eta$ =	0.63			
$\gamma$ =	62.33	lb/ft <sup>3</sup>	Peso específico	
Ht=	30.57	ft		

Potencia=

2.92 HP

Eje

2.19 KW

## VELOCIDAD ESPECÍFICA

$$N_s = \text{rpm}(Q)^{0.5} / (\text{TDH})^{3/4}$$

Q=	15.02	lit/seg
rpm=	1750	
TDH	30.57	ft

Ns=

2077.31

De acuerdo a los resultados, se selecciona:

### Tubería

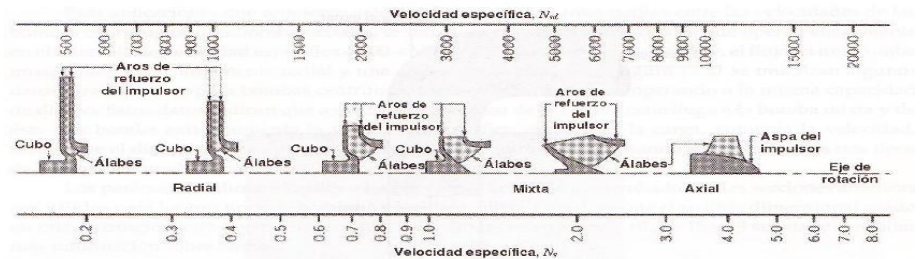
Diámetro	4 pulgadas	ACERO INOXIDABLE
	4 pulgadas	ACERO A53

### Variables de diseño

Caudal	15.02 lt/seg
Cabezal	30.57 ft
Velocidad 1	6.02 ft/seg
Velocidad 2	6.02 ft/seg

### Bomba

Potencia	3 HP
Vel. Específ.	2077.31



Con el valor de velocidad específica se selecciona una bomba con rotor radial sin atascamiento.



## CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DEL SISTEMA

Parámetro	Símbolo	Unidad	Valor
<b>Parámetros básicos del sitio y del fluido</b>			
Altitud del sitio de instalación	A	msnm	3.7
Presión atmosférica en el sitio	Pat	m	10.33
Temperatura media del agua	T	°C	20.0
Presión de vapor del agua	Pv	m	0.24
Peso específico del agua	W	lb/ft3	62.33
<b>Parámetros generales del sistema</b>			
Caudal máximo de diseño	Qd	ft3/s	0.53
Número de bombas	n	---	2.00
Cota del eje de las bombas	Cb	msnm	-1.48
<b>Cotas del nivel de agua</b>			
* Nivel mínimo de paradas de bombas	Cmp	msnm	-1.38
* Arranque de bomba # 01	Ca1	msnm	-0.88
* Arranque de bomba # 02	Ca2	msnm	-0.28
* Arranque de alarma	Caa	msnm	-0.28
Altura estática mínima	Zmín	ft	0.60
Altura estática máxima	Zmáx	ft	25.36
<b>Características de la línea de descarga</b>			
<b>Tramo cámara húmeda</b>			
Material de la tubería	---	---	ACERO INOXIDABLE A 304 L
Diámetro interno de la tubería	Da53	ft	0.33
Velocidad del flujo	Vs	ft/seg	6.02
Factor de fricción	f	---	0.016
Suma de coef. de pérdidas en accesorios	Ks	---	0.60
Pérdidas menores	Hs	ft	8.06
<b>Tramo de la cámara seca</b>			
Material de la tubería	---	---	ACERO A53 GRADO CED 40
Diámetro interno de la tubería	Da53	ft	0.33
Velocidad del flujo	Vs	ft/seg	6.02
Factor de fricción	f	---	0.019
Suma de coef. de pérdidas en accesorios	Ks	---	3.24
Pérdidas menores	Hs	ft	11.53
<b>Características de la cámara de succión</b>			
Frecuencia máxima de arranques por hora	F	No./H	4
Volumen neto requerido	VSm	m3	3.38
Volumen real del diseño	VS	m3	21.52
<b>Características y requerimientos generales del sistema de bombeo</b>			
Caudal de diseño de cada bomba	qd	ft3/s	0.53
Altura total máxima de bombeo	TDH	ft	30.57
Eficiencia estimada	Ee	%	0.63
Potencia mínima requerida de cada bomba	Pmr	HP	3

--



# **APÉNDICE C**

## **PLANOS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO**

Trial Version



# **APÉNDICE D**

## **DATA SHEET DE LAS BOMBAS Y ACCESORIOS**

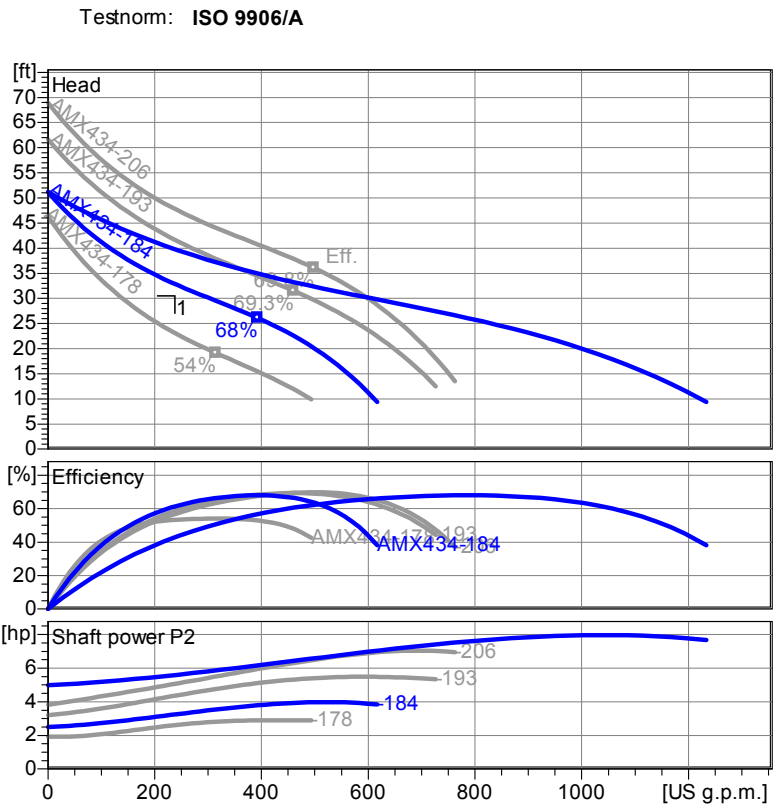


Operating data	
Flow	238.2 US g.p.m.
Head	30.6 ft
Shaft power P2	3.34 hp
Pump efficiency	63.4 %
Required pump NPSH	
Pumpe type	Single pump
No. of pumps	2
Fluid	Wastewater

Pump	
Pump Code	AMX434-184/4D/C
Impeller	Single channel impeller
Impeller size	7 1/4"
Solid size	3 inch
Discharge port	4" ANSI
Suction port	

Motor	
Rated voltage	460 V
Frequency	60 Hz
Rated power P2	4.0 hp
Rated speed	1750 rpm
Number of poles	4
Efficiency	80 %
Rated current	5.9 A
Degree of protection	IP 68

Materials	
Motor housing	Cast Iron ASTM A48;Cl.40B
Impeller	Cast Iron ASTM A48;Cl.40B
Pump housing	Cast Iron ASTM A48;Cl.40B
Wear ring	Bronze ASTM B144
Motor shaft	AISI 430 F Stainless Steel
Bolts	AISI 304 Stainless Steel
Elastomers	Nitrile Rubber
Mechanical seal on motor side	SiC / SiC
Mechanical seal on medium side	SiC / SiC
Lower Bearing	Double row angular ball bearing
Upper Bearing	Deep Groove Ball Bearing



Wet well installation with auto coupling system (C/D Motor, 142...184)  
 Dimensions in inch, letters see table

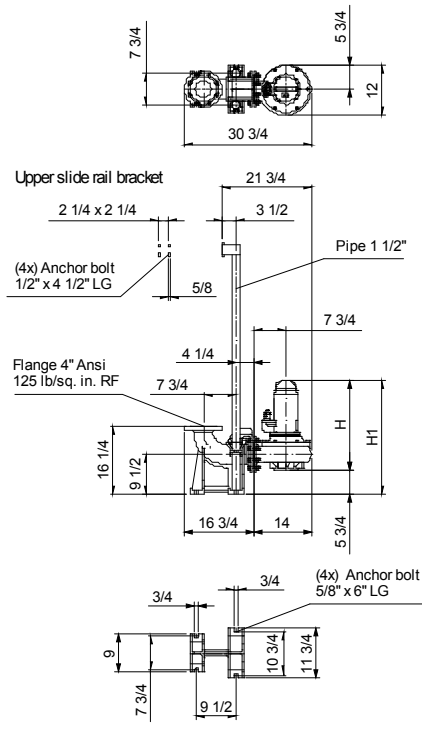


Table Dimensions (inch)	
H	21 3/4
H1	27 1/2

## Performance Curve

AMX434-184/4D/C

### Impeller

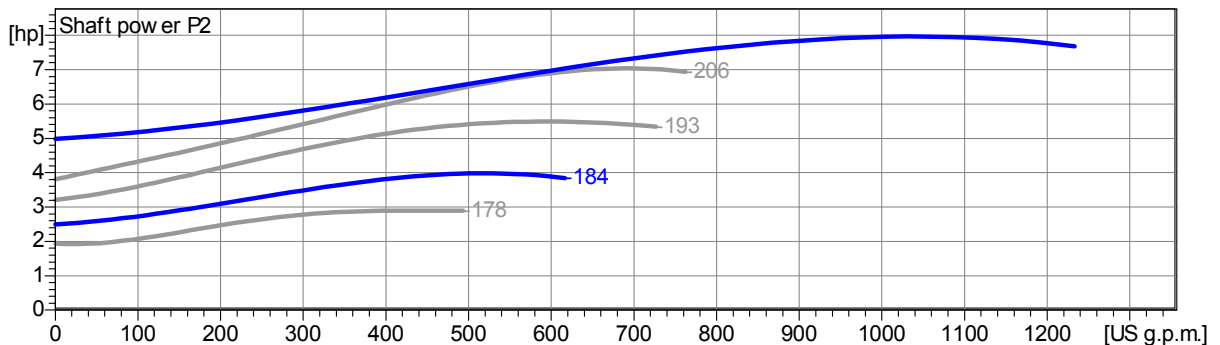
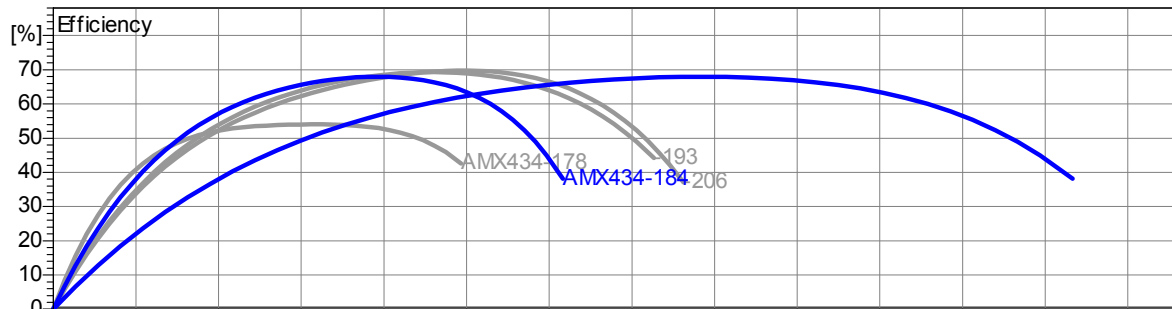
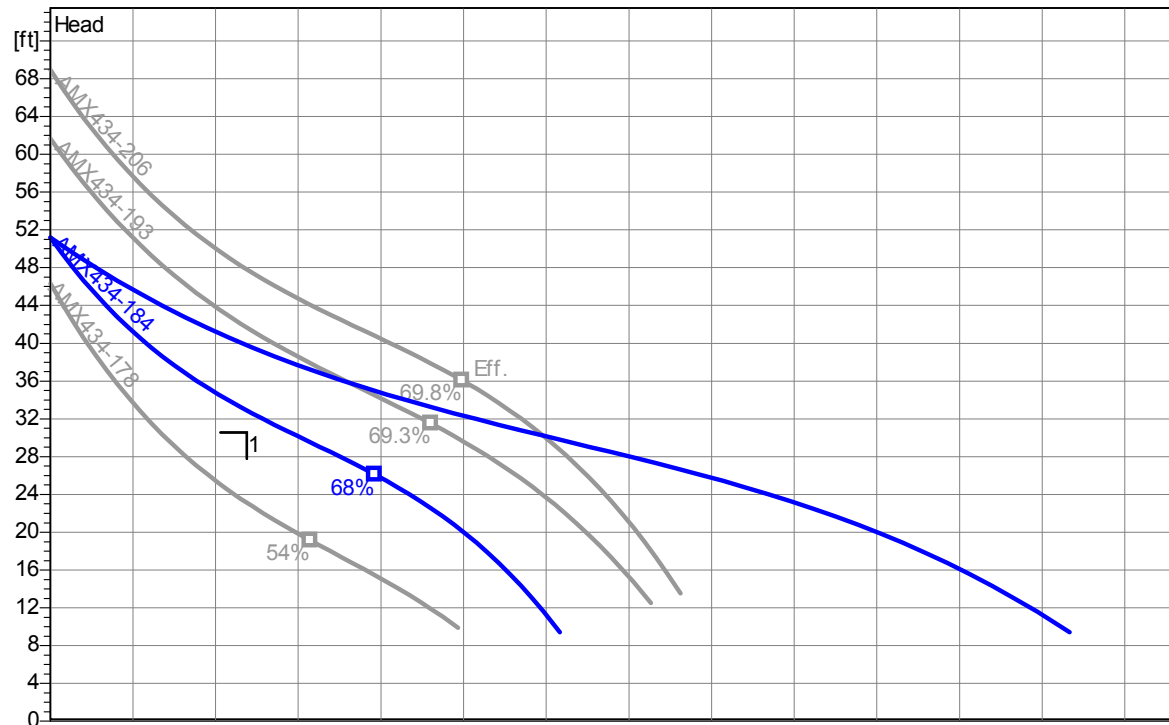
Impeller type: Single channel impeller	Solid size 3 inch	Ø:	Max. Ø: 8 1/8"	Min. Ø: 7"	Sel. Ø: 7 1/4"
---	----------------------	----	-------------------	---------------	-------------------

### Operating data

Speed: <b>1750 rpm</b>	Frequency: <b>60 Hz</b>	Duty point: <b>Q = 238.2 US g.p.m.H = 30.57 ft</b>	Shaft power P2: <b>3.34 hp</b>	Discharge port: <b>4" ANSI</b>
---------------------------	----------------------------	---	-----------------------------------	-----------------------------------

Power data referred to: Water, clean [100%]; 68°F; 62.322lb/ft³; 1.0818E-5ft²/s

Testnorm: ISO 9906/A

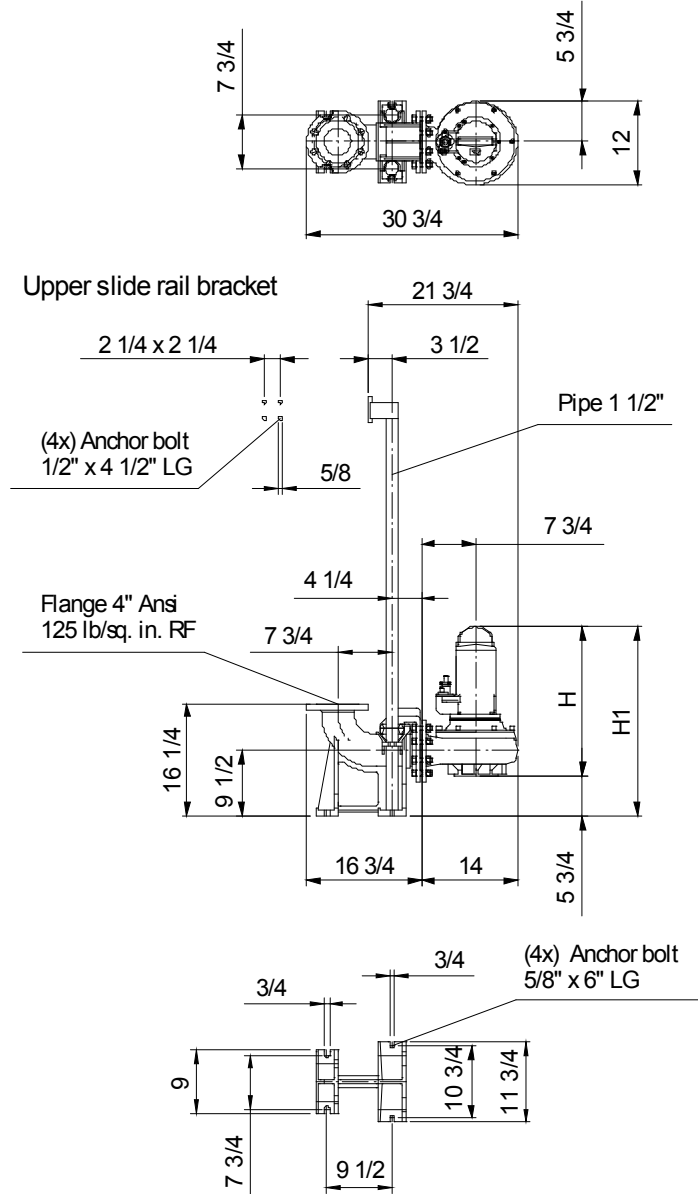


2.0 - 29.01.2009 (Build 168)

# Dimensions

AMX434-184/4D/C

Wet well installation with auto coupling system (C/D Motor, 142...184)  
Dimensions in inch, letters see table



**Table Dimensions**

( inch )

H	21 <sup>3/4</sup>
H1	27 <sup>1/2</sup>

Operating data				
<b>Flow</b>	<b>238.2</b>	<b>US g.p.m.</b>	<b>Head</b>	<b>30.57</b> <b>ft</b>
<b>Shaft power P2</b>	<b>3.3</b>	<b>hp</b>	<b>Static head</b>	<b>25.36</b> <b>ft</b>
<b>Pump efficiency</b>	<b>63.4</b>	<b>%</b>	<b>Required pump NPSH</b>	<b>ft</b>
Pumpe type	Single pump		No. of pumps	2
Fluid	Wastewater		Temperature	70 °F
Density	62.3	lb/ft <sup>3</sup>	Kin. viscosity	1.047E-5 ft <sup>2</sup> /s

Pump				
Pump Code	AMX434-184/4D/C		Speed	1750 rpm
Suction port			Head	Max. 51.2 ft
Discharge port	4" ANSI			Min. 9.4 ft
Impeller type	Single channel impeller		Flow	Max. 616.6 US g.p.m.
Solid size	3	inch	Pump efficiency max.	68 %
Impeller Ø	7.24	inch	Required rated power max. P2	4.0 hp

Motor				
Motor design	Submersible motor		Insulation class	F
Motor name	AM136.5D/4/3		Degree of protection	IP 68
Frequency	60	Hz	Temperature class	T4
Rated power P1	5.0	hp	Ex	
Rated power P2	4.0	hp	Explosion protection	
Rated speed	1750	rpm	Efficiency	100% 80 %
Rated voltage	460	V 3~	at % rated power	75% %
Rated current	5.9	A		50% %
Starting current, direct starting	0.0	A	cos phi at % rated power	100% 0.87
Starting current, star-delta	0.0	A		75%
Starting mode	Directly			50%
Power cable	10G1,5		Control cable	
Type of power cable	H07RN-F		Type of control cable	
Cable length	32.809 ft		Service factor	1.15
Shaft seal	Mechanical seal on motor side		SiC / SiC	
	Mechanical seal on medium side		SiC / SiC	
Bearing	Lower Bearing		Double row angular ball bearing	
	Upper Bearing		Deep Groove Ball Bearing	
Remarks				

Materials / Weight			
Motor housing	Cast Iron ASTM A48;Cl.40B	Bolts	AISI 304 Stainless Steel
Pump housing	Cast Iron ASTM A48;Cl.40B	Elastomeres	Nitrile Rubber
Impeller	Cast Iron ASTM A48;Cl.40B		
Wear ring	Bronze ASTM B144		
Motor shaft	AISI 430 F Stainless Steel		
Weight aggregat	156.53 lb		

Project <b>ESPOL 001</b>	Project no.: <b>ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES</b>	Created by: <b>EMB, CNR</b>	Page: <b>4</b>	Date: <b>2010-12-04</b>
-----------------------------	---	--------------------------------	-------------------	----------------------------

# **APÉNDICE E**

## **RESOLUCIÓN DE ECUACIÓN DE LA VELOCIDAD ESPECÍFICA**

## **Velocidad específica**

Es necesario antes de introducir este concepto, recordar los conceptos de parámetros adimensionales y leyes de semejanza. Las bombas geoméricamente similares o unidades homologas son aquellas fabricadas en una serie de tamaños, donde las dimensiones interiores guardan una cierta proporción de escala. Sus eficiencias serán muy parecidas si operan en condiciones homologas, a velocidades y caudales tales que la proporción entre ellos se mantenga constante. Cuando se operan las bombas homologas de esta manera, es posible clasificar toda la serie basándose en las pruebas realizadas en un solo tamaño.

Las principales variables dependientes de la bomba son el aumento de carga real  $h_p$ , la potencia del eje,  $\dot{W}_{eje}$ , la eficiencia,  $\eta$ , estas variables dependerán de la configuración geométrica, que se puede representar por algún diámetro característico, el caudal  $Q$ , y la rugosidad superficial  $\varepsilon$ . Además otras variables importantes son la velocidad rotacional del eje de la bomba,  $\omega$ , la viscosidad del fluido,  $\mu$ , y la densidad,  $\rho$ . Del análisis dimensional a las variables antes mencionadas, se definen tres ecuaciones que constituyen las relaciones de semejanza deseadas entre una familia de bombas geoméricamente semejantes.

$$\frac{gh_p}{\omega^2 D^2} = \phi_1 \left( \frac{Q}{\omega D^3} \right)$$

**Ecuación (E. 1)**

$$\frac{\dot{W}_{eje}}{\rho \omega^3 D^5} = \phi_2 \left( \frac{Q}{\omega D^3} \right)$$

**Ecuación (E. 2)**

$$\eta = \phi_3 \left( \frac{Q}{\omega D^3} \right)$$

**Ecuación (E. 3)**

Donde el parámetro adimensional  $C_Q = Q/\omega D^3$ , se denomina coeficiente de flujo. Si dos bombas de la misma familia operan al mismo valor del coeficiente de flujo

$$\left( \frac{Q}{\omega D^3} \right)_1 = \left( \frac{Q}{\omega D^3} \right)_2$$

**Ecuación (E. 4)**

Entonces se concluye que

$$\left( \frac{gh_p}{\omega^2 D^2} \right)_1 = \left( \frac{gh_p}{\omega^2 D^2} \right)_2$$

**Ecuación (E. 5)**

$$\left( \frac{\dot{W}_{eje}}{\rho \omega^3 D^5} \right)_1 = \left( \frac{\dot{W}_{eje}}{\rho \omega^3 D^5} \right)_2$$

**Ecuación (E. 6)**

$$\eta_1 = \eta_2$$

### ***Ecuación (E. 7)***

Hay dos casos especiales relacionados con la semejanza de bombas que se presentan a menudo, se las denominan leyes especiales de escala para bombas. En el primer caso se tiene interés en cómo un cambio en la velocidad de operación,  $\omega$ , para una bomba dada, afecta a las características de la bomba. Por la ecuación **E. 4** se concluye que para el mismo coeficiente de flujo (y, en consecuencia, para la misma eficiencia) con  $D_1 = D_2$  (la misma bomba)

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$$

Ahora los subíndices 1 y 2 se refieren a la misma bomba operando a dos velocidades diferentes al mismo coeficiente de flujo. También por las ecuaciones **E. 5** y **E. 6** se concluye que

$$\frac{h_{p1}}{h_{p2}} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}$$

y

$$\frac{\dot{W}_{eje1}}{\dot{W}_{eje2}} = \frac{\omega_1^3}{\omega_2^3}$$

Así para una bomba dada que opera a un coeficiente de flujo dado, el flujo varía directamente con la velocidad, la carga varía con el cuadrado de la



velocidad y la potencia varía con el cubo de la velocidad. Estas leyes de escala son de utilidad al estimar el efecto de cambiar la velocidad de la bomba cuando se cuenta con algunos datos de la prueba de una bomba obtenidos haciendo funcionar la bomba a una velocidad particular.

El segundo caso surge de la necesidad de saber cómo al cambiar el diámetro del impulsor,  $D$ , de una familia de bombas de configuración geométrica semejante, operando a una velocidad dada, se modifican las características de las bombas. Como antes de la ecuación **E.7** se concluye que para el mismo coeficiente con  $\omega_1 = \omega_2$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{D_1^3}{D_2^3}$$

De manera semejante por las ecuaciones **E.5** y **E.6**

$$\frac{h_{p1}}{h_{p2}} = \frac{D_1^2}{D_2^2}$$

Y

$$\frac{\dot{W}_{eje_1}}{\dot{W}_{eje_2}} = \frac{D_1^5}{D_2^5}$$

Así para la familia de bombas cuya configuración geométrica es semejante operando a una velocidad dada y con el mismo coeficiente de flujo, el flujo varía con el cubo del diámetro, la carga varía con el cuadrado del diámetro y

la potencia varía con la quinta potencia del diámetro. Estas relaciones de escala se basan en la condición de que, a medida que se modifica el diámetro del impulsor, todas las demás variables geométricas importantes cambian de escala adecuadamente a fin de conservar la semejanza geométrica.

Un término útil se puede obtener eliminando el diámetro D entre el coeficiente de flujo y el coeficiente de aumento de carga. Lo anterior se logra elevando el coeficiente de flujo a un exponente apropiado (1/2) y dividiendo el resultado entre el coeficiente de carga elevado a otro exponente adecuado (3/4), de modo que

$$\frac{(Q/\omega D^3)^{1/2}}{(gh_a/\omega^2 D^2)^{3/4}} = \frac{\omega\sqrt{Q}}{(gh_a)^{3/4}} = N_s$$

$$N_s = \frac{\omega\sqrt{Q}}{(gh_a)^{3/4}}$$

El parámetro adimensional  $N_s$ , se denomina velocidad específica y este no depende del sistema de unidades usado en su evaluación, en la medida que se use un sistema de de unidades consistente. Sin embargo es usual una forma dimensional modificada de la velocidad específica, donde

$$N_{sd} = \frac{\omega(\text{rpm})\sqrt{Q(\text{GPM})}}{[\text{TDH}(\text{pies})]^{3/4}}$$

**Ecuación (E. 8)**

Valores característicos de  $N_{sd}$  están en el intervalo de de  $500 < N_{sd} < 4000$  para bombas centrífugas. Tanto  $N_{sd}$  como  $N_s$  tienen el mismo significado

físico, pero sus magnitudes difieren por un factor de conversión constante  $N_{sd} = 2733 N_s$  cuando en la ecuación **E. 8** se expresa en rad/s.

El concepto de velocidad específica es muy útil para la selección de bombas, ya que si se especifican la carga, el caudal y la velocidad requerida, es posible elegir un tipo eficiente de bomba apropiada para una aplicación particular. El valor calculado de la velocidad específica no tiene significado físico, pero es extraordinariamente útil porque permanece constante para todas las bombas similares y no varía con una velocidad para una bomba dada. La velocidad específica para una bomba determinada es independiente de su tamaño y velocidad, es únicamente función de su forma, por lo que, a veces se considera como un factor de forma.

**APÉNDICE F**

**RESOLUCIÓN DE LAS**

**ECUACIONES**

**DE LA EFICIENCIA Y LA**

**POTENCIA ABSORBIDA**

### **Rendimiento y potencia absorbida.**

La eficiencia de la bomba se mide en base al caudal que descarga contra una altura dada y con un rendimiento determinado. El caudal de la bomba es función del diseño del proyecto. La información sobre el diseño de la bomba viene suministrada por medio de una serie de curvas características

La cantidad expresada en términos de caballos de potencia tradicionalmente se denomina fuerza o potencia hidráulica ganada por el fluido. Así:

$$P_h = \frac{\gamma Q(TDH)}{550}$$

La eficiencia total  $\eta$  se la define como el cociente entre la potencia hidráulica ganada por el fluido y la absorbida por la bomba:

$$\eta = \frac{\text{potencia ganada por el fluido}}{\text{potencia del eje que acciona la bomba(absorbida por la bomba)}}$$

$$\eta = \frac{\gamma Q(TDH) / 550}{\dot{W}_{eje}} \times 100\%$$

La eficiencia total de la bomba es afectada por las pérdidas hidráulicas en la bomba, como además por las pérdidas mecánicas en los cojinetes y sellos. También puede haber algo de pérdida de potencia debido a fuga del fluido entre la superficie trasera de la placa del cubo del impulsor y la caja, o a través de otros componentes de la bomba. Así la eficiencia total surge de tres fuentes, la eficiencia hidráulica,  $\eta_h$ , la eficiencia mecánica,  $\eta_m$ , y la eficiencia volumétrica,  $\eta_v$ , de modo que  $\eta = \eta_h \eta_m \eta_v$ .

Los rendimientos de las bombas generalmente varían entre el 60% y el 85%. Aún cuando es deseable adquirir una bomba con alto rendimiento, es conveniente ponderar su valor teniendo en cuenta otros factores, como por ejemplo, el costo inicial, la velocidad de rotación y la durabilidad.

# **APÉNDICE G**

## **RESOLUCIÓN DE ECUACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL POZO HÚMEDO**

## Cálculo del Pozo Húmedo

Siendo  $V$  = Volumen del pozo.

$\Phi$  = Tiempo mínimo de un ciclo de bombeo (tiempo entre arranques sucesivos).

$Q$  = Capacidad de una bomba o el incremento de capacidad cuando arranca una segunda bomba.

$I$  = Caudal afluente mínimo.

$T$  = Tiempo requerido para llenar el pozo si no operan las Bombas.

$t$  = Tiempo para vaciar el pozo cuando operan las bombas.

Entonces:

$$T = \frac{V}{I}$$

El tiempo necesario para vaciar la cámara cuando funciona la bomba es:

$$t = \frac{V}{Q - I}$$

La duración total  $\Phi$  del ciclo de bombeo completo es:

$$\Phi = T + t = \frac{V}{I} + \frac{V}{Q - I}$$

Desarrollando la ecuación anterior se determina el valor mínimo de  $I$  que haga mínimo a  $\Phi$

$$\Phi(IQ - I^2) = +(Q - I) + VI = VQ$$



$$\frac{V}{\Phi} = I - \frac{I^2}{Q}$$

Para encontrar el valor de  $I$  que hace mínimo a  $\Phi$  y máximo  $V/\Phi$ , se diferencia el término  $V/\Phi$  con respecto a  $I$  y se iguala a cero

$$\frac{d(V/\Phi)}{dI} = 1 - \frac{2I}{q} = 0$$

$$Q = 2I$$

Para asegurarse que  $V/\Phi$  es máximo, se halla la segunda derivada

$$\frac{d^2(V/\Phi)}{dI^2} = -\frac{2I}{q}$$

Puesto que la segunda derivada es negativa, el término  $V/\Phi$  es máximo. En consecuencia,  $V/\Phi$  es máximo cuando  $q = 2I$ , o bien para cualquier valor predeterminado de  $\Phi$ , el máximo volumen de cámara de aspiración se produce para  $I = Q/2$ , este valor se lo sustituye en la ecuación del tiempo total.

El caudal de bombeo debe ser el doble del caudal afluente para que el volumen del pozo sea el mínimo.

La duración mínima del ciclo es:

$$\Phi_{min} = \frac{2V}{Q} + \frac{V}{Q - Q/2}$$

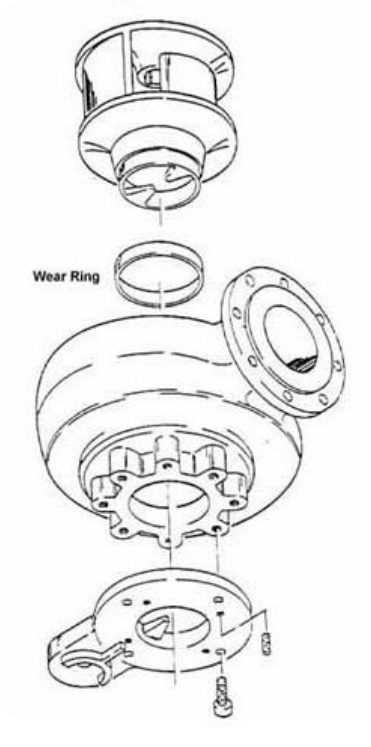
$$\Phi_{min} = \frac{4V}{Q}$$

**Ecuación (G. 1)**

# **APÉNDICE H**

## **MANUAL DE BOMBAS**

**Sewage Cutter/Slicer Assembly  
for 4" & 6" Discharge Size**



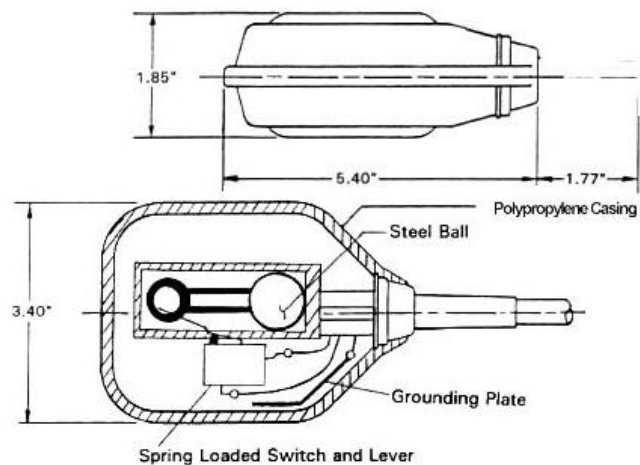
**Enclosed Single Vane Impeller with 2 Hardened Slicer Blades**

**Pump Volute**

**Adjustable Cutter Plate with Hardened Slicer Blade**

**Accessory Data**

**HOMA FLOAT SWITCHES**



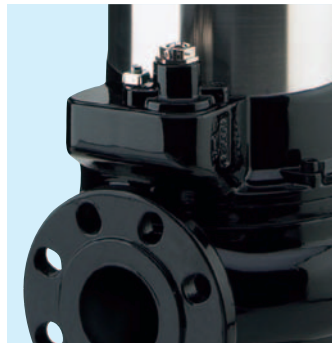
The Homa float switches are used to start and stop pumps whenever the pumping liquid reaches an elevation that corresponds to a preselected control level. The housing is made out of polypropylene which provides corrosion resistance against many aggressive liquids. The slim rectangular design provides protection against excessive grease and solids build-up which could inhibit performance. There are no toxic components such as mercury or lead used in the manufacture of the switch

# ELECTRIC SUBMERSIBLE SEWAGE PUMPS



Ranges  
MX, V, K

Discharge Size  
DN 80 - DN 150



The source for high efficiency

## High Performance in Waste Water Pumping

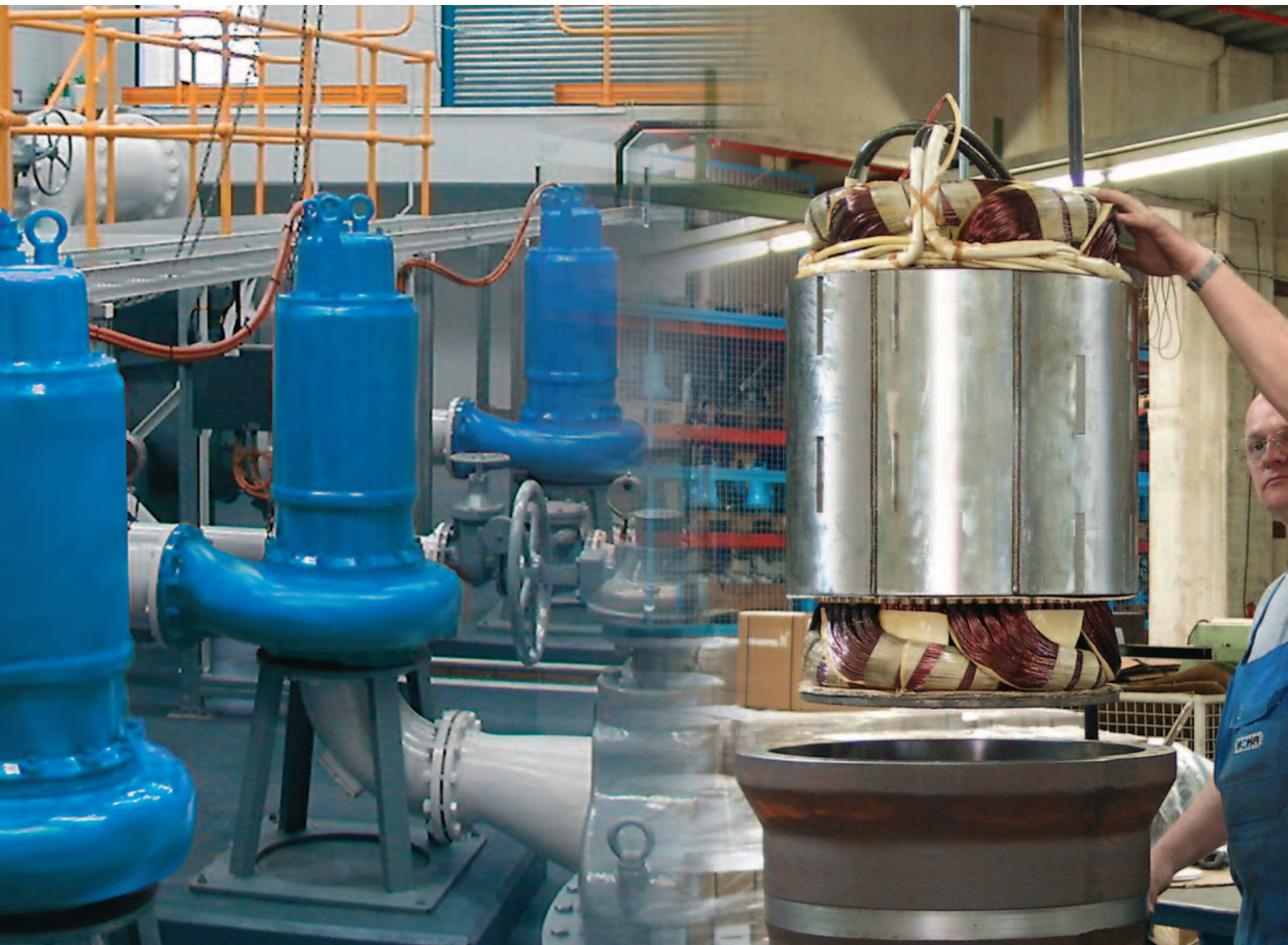
**HOMA** submersible waste water and sewage pumps operate worldwide in numerous kinds of domestic, municipal and industrial applications. Decades of experience in the design and manufacturing of submersible pumps plus uncompromising attention to quality in every detail and strict monitoring of production quality ensure the utmost reliability and long service life of all **HOMA** products.



### Flexible system-components for problem-free installation

**HOMA** combines efficiency, safety, high quality and robust design with a flexibility that allows the individual optimization of every project realization:

Pumps for various types of application and installation, a complete program of installation equipment including pipes, valves, pump pits from concrete or composite materials, electric control and monitoring systems. With this range HOMA can provide a tailor-made solution for every waste water pumping application.



### **The reliability of fully automatic operation**

**HOMA** waste water pumping stations feature fully automatic control and monitoring. Reliable liquid level control systems of various types (float switch, pneumatic, ultrasound or electronic systems) are available to secure reliable pump operation at minimum energy consumption. All possible fault factors like shaft seal condition, temperatures, moisture or power supply can be automatically monitored and transferred to various alarm systems.

## Higher Performance to meet every Challenge

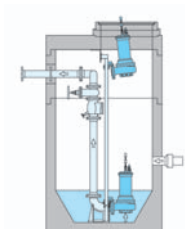
Various challenges – individual solutions: **HOMA** submersible wastewater pumps are designed for pumping sewage, sludge, effluents or surface water, including liquids containing a large proportion of solid or fibrous matter. They are installed in domestic, municipal, industrial and agricultural pumping applications.



### The right installation for every pump station

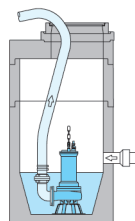
#### Permanent wet well installation

Submerged autocoupling guide tube system for automatic connection and disconnection of the pump from the pipework from outside the sump. All maintenance or repair work can be done outside the sump. Back in operating position, the weight of the pump ensures leak-proof discharge connection.



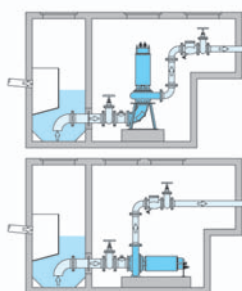
#### Transportable wet well installation

Submerged pump mounted on a ring base stand for temporary, service or emergency operation. Discharge connection with pipe or hose.



#### Permanent dry well installation, vertical or horizontal

Flood-proof installation for pump stations with separate collection sump. Fixed flanged connection of suction and discharge pipe.



### Operating conditions

The motors are designed for continuous operating duty (S1) at maximum 15 starts per hour. In addition to a fully submerged motor housing in wet well installation, a jacket cooled motor-variant is available for S1 operating with a non-fully submerged motor or for dry well installation.

Pumps with enclosed single-channel impellers are designed for intermittent operation, normally in automatic level-controlled wet or dry well sump installations. They are also suitable for limited continuous operation, as in storm water retention tanks. Vortex or enclosed multichannel impeller pumps are also designed for unlimited continuous operation, such as industrial water supply. In this case a low motor speed should be chosen (4- or 6-pole).

## Ranges and Models

### Motor selection

#### Motor speed:

For the standard hydraulic ranges, the motors are designed with the following speeds:

- 2900 rpm = 2-pole
- 1450 rpm = 4-pole
- 960 rpm = 6-pole

#### Voltages:

All specified data relate to an operating voltage of 400 V/3 Ph, 50 Hz. Different voltages are available on request.

#### Type of starting:

The motors are supplied as standard:

- up to 3,5 kW (P2) for DOL starting
- above 3,5 kW (P2) for star-delta-starting

On request all motors are available for operating with frequency converter or soft starter device.

#### Explosion protection:

In addition to the standard version, all motors are available explosion proof according to ATEX Ex II 2 G EEXd.

#### Dry well variant:

Besides the version for submerged operation, all pumps are also available for dry well or non-submerged operation. Motor cooling is provided by a cooling jacket, using either the pumped liquid or a closed circuit coolant circulation (model U or L).

#### Motor monitoring:

All motors are supplied with temperature sensors in the winding, bi-metallic sensors (standard) or PTC sensors (on request).

- Motors for wet well installation (without cooling jacket): Available as C-version (see pump type code) with oil chamber seal condition monitoring probe and – for motors with cable junction chamber – moisture sensor in junction chamber)
- Motors with cooling jacket: Supplied as standard with oil chamber seal condition monitoring probe. Additional monitoring devices (bearing temperature, stator room moisture) on request.

### Hydraulic selection

#### Discharge and suction flange

- DN 80
- DN 100
- DN 150

Reducing adapters for different auto-coupling system and valve dimensions are available.

#### Impellers:

A range of different impeller designs are available to provide optimum performance and reliability with various liquids and operating conditions

#### Impeller spherical clearance:

The pumps are available with impeller spherical clearances from 80 mm to 100 mm according to pump range.



**MX** Enclosed single channel impeller  
For liquids containing impurities and sludge with solid particles or long fibres.



**K** Enclosed multi channel impeller  
For liquids containing impurities and sludge with solid particles.



**V** Vortex impeller  
For liquids containing a high level of impurities or fibrous matter and containing gas.

### Pump type code:

Pumpe	2	4	48 -	Motor	(U)	6	4	(C)	(EX)
<b>MX</b>				<b>T</b>					
Impeller design	Discharge size:	Spherical clearance:	Impeller diameter	Motor frame size:	Jacket cooled:	Motor power (coded)	Speed:	only for motors without jacket cooling. With:	Explosion proof motor
MX = Enclosed single channel V = Vortex K = Enclosed two channel	1 = 80 mm 2 = 100 mm 3 = 150 mm	(mm : 25) 3 = 80 mm 4 = 100 mm	(mm : 5) e. g. 48 = 240 mm	C, D, T, P, F, G	Jacket cooled motor for non-submerged installation U= Open circuit pumped liquid cooling L= Closed circuit liquid cooling		2 = 2-pole (2900 rpm) 4 = 4-pole (1450 rpm) 6 = 6-pole (960 rpm)	- oil chamber seal condition monitoring probe - moisture sensor in junction chamber (if exists)	



## Design – Proven Quality in Detail

### More quality in design and materials – less maintenance and failures

Quality can be measured – **HOMA** submersible waste water pumps are characterized by the robust design, generous dimensioning and high quality materials of all components.

### Materials

Motor housing	Cast iron GG 25/EN-GJL-250 <sup>1)</sup>
Pump housing	Cast iron GG 25/EN-GJL-250 <sup>1)</sup>
Impeller	Cast iron GG 25/EN-GJL-250 <sup>1)</sup> <sup>2)</sup>
Wear rings	Bronze <sup>1)</sup>
Motor shaft	Stainless steel
Mechanical seals	Silicon-carbide / Silicon-carbide
Motor cooling jacket (model U)	Stainless steel
Seals and O-rings	NBR (Perbonane) <sup>3)</sup>
Cable	H07RN-F (PLUS) <sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> also available in stainless steel

<sup>2)</sup> also available in bronze

<sup>3)</sup> also available from FPM (vitone)

<sup>4)</sup> screened cable on request

#### 1 Discharge

With DIN/ANSI flange DN 80, DN 100 or DN 150 (PN 16)

#### 2 Non-clogging, high efficiency impellers

With large spherical clearance.

##### Available:

- Enclosed single channel impeller with replaceable wear ring
- Enclosed multi channel impeller with replaceable wear ring
- Vortex impeller

#### 3 Shaft seals

Two independently working silicon-carbide mechanical seals in tandem-arrangement.

#### 4 Oil chamber

Separate large oil chamber, lubricating and cooling the mechanical seals, forming an extra safety and inspection element. Additional electronic seal condition monitoring probe on request.

#### 5 Motor

Three-phase electric motors, with 2-, 4- or 6-pole motor speed. Insulation class F (155 °C), degree of protection IP 68

##### Explosion protection

All models available with explosion proof motors according to ATEX Ex II 2 G EExd.

#### 6 Motor cooling

Motors for submerged operation are cooled by the surrounding liquid. For dry well or non-submerged operation, motors are available with a cooling jacket, providing a cooling circulation of water from the pump volute (model U). Alternatively, a closed circuit liquid cooling system is available without directly using the pumped liquid for the cooling circuit, providing the heat exchange through a contact surface between heat exchange chamber and pump chamber.

#### 7 Thermal sensor (bi-metal)

Embedded in the motor winding. PTC sensors available on request.

#### 8 Moisture monitoring in stator chamber

Available on request

#### 9 Shaft bearing

Maintenance-free, prelubricated ball bearings.

#### 10 Temperature monitoring of the shaft bearings

Available on request.

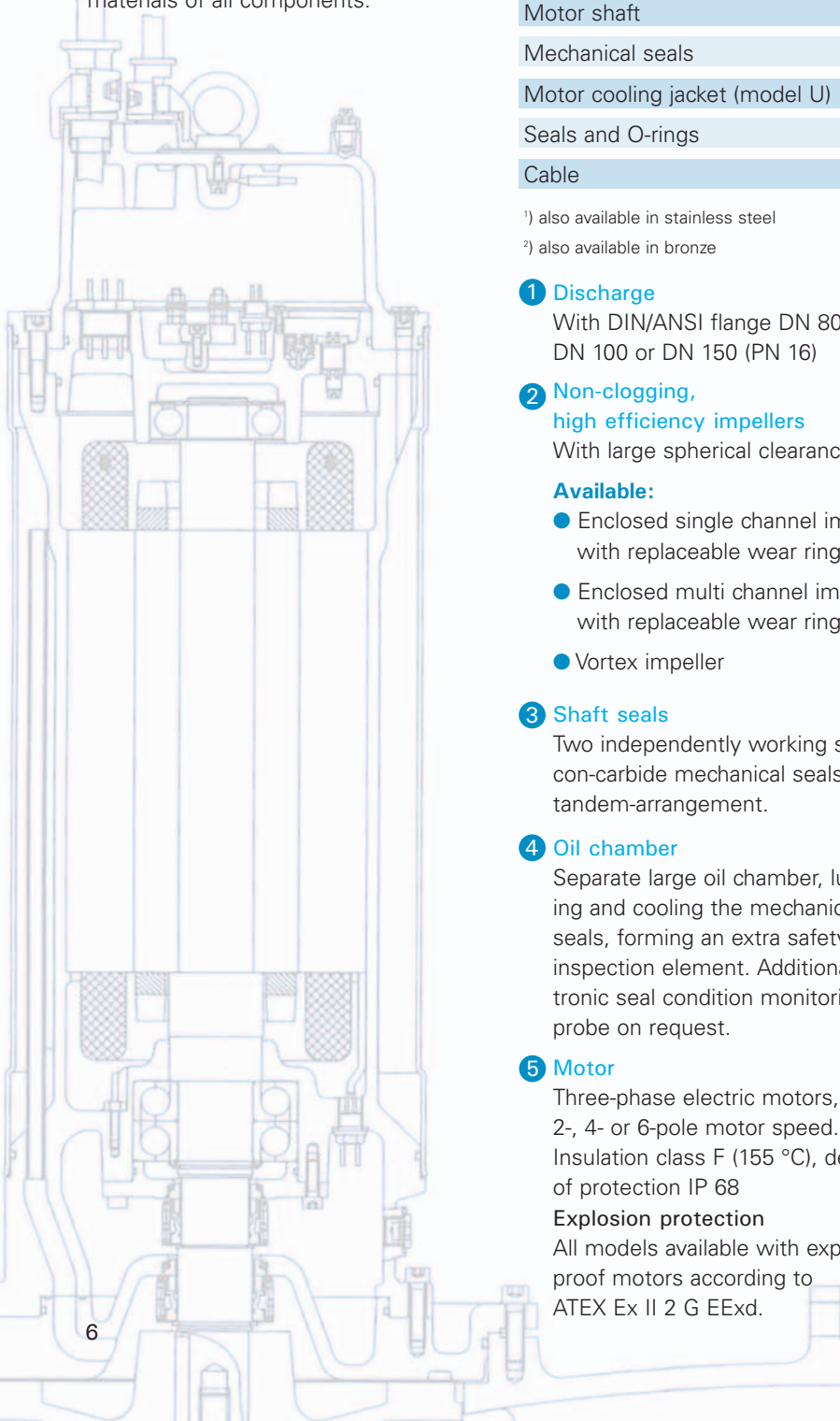
#### 11 Cable junction chamber

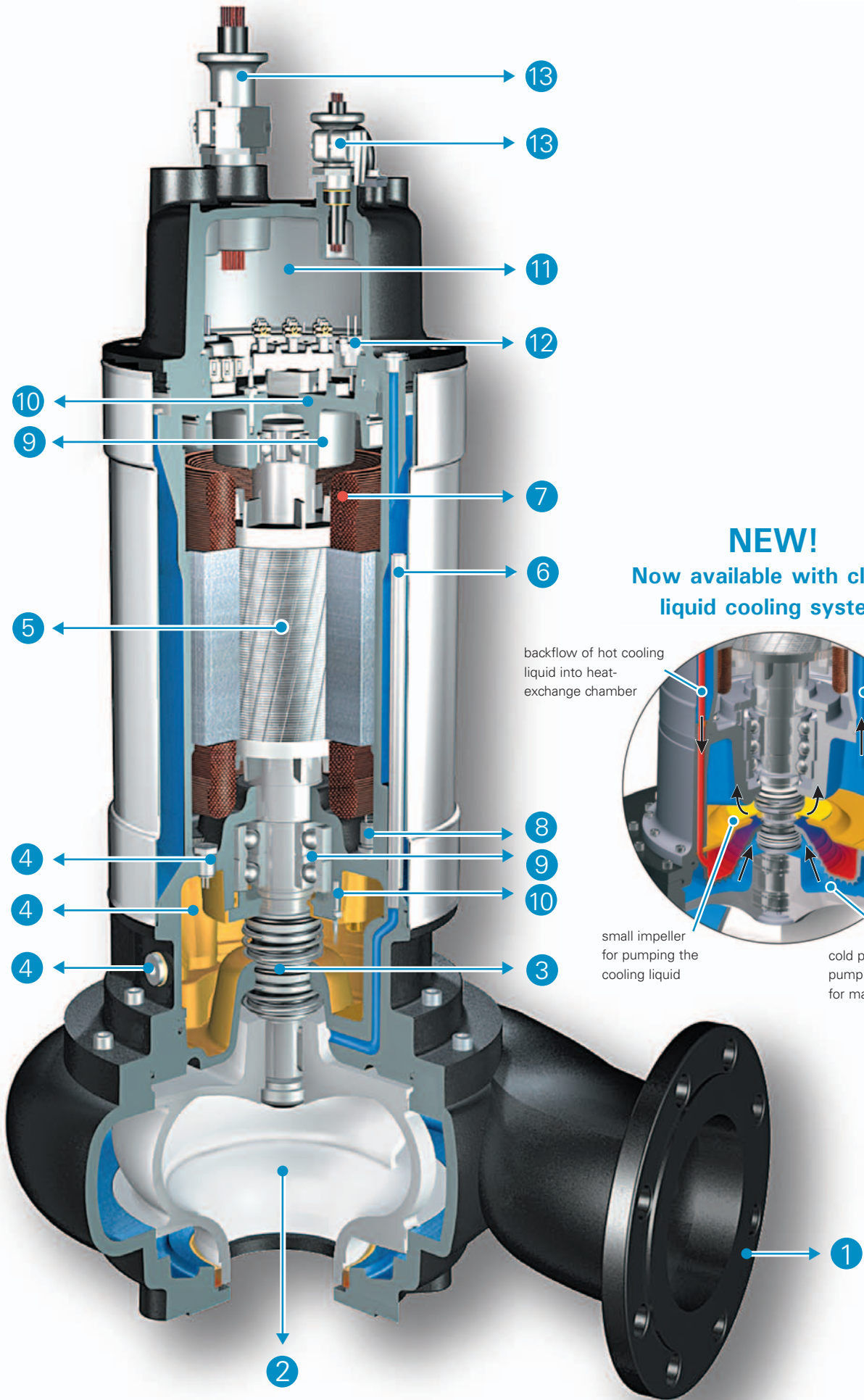
Separate junction chamber standard from 22 kW-4 pole, below on request.

#### 12 Electronic moisture sensor in junction chamber

Available on request.

#### 13 Pressure sealed, strain relief cable entry

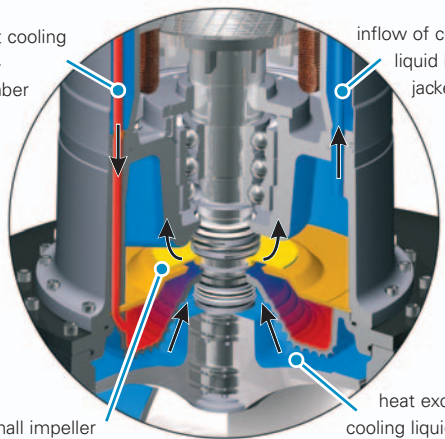




**NEW!**  
Now available with closed  
liquid cooling system

backflow of hot cooling  
liquid into heat-  
exchange chamber

inflow of cold cooling  
liquid into motor  
jacket chamber



small impeller  
for pumping the  
cooling liquid

heat exchange of  
cooling liquid with  
cold pumped liquid trough  
pump flange, spiral-shaped  
for maximum surface

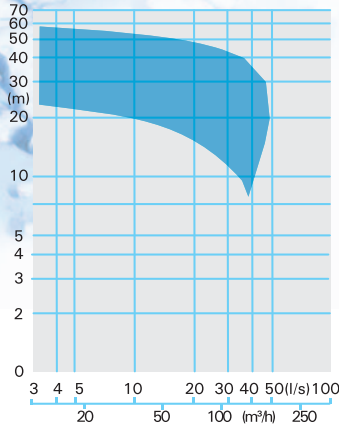
# Pump ranges selection chart

## DN80

**MX 13...2-pole**



Enclosed single channel impeller  
80 mm Ø  
Spherical clearance  
2900 rpm  
[see page 10](#)

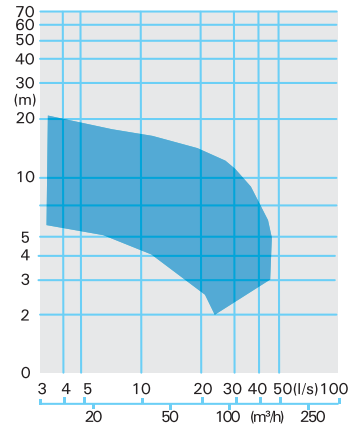


## DN80

**MX 13...4-pole**



Enclosed single channel impeller  
80 mm Ø  
Spherical clearance  
1450 rpm  
[see page 11](#)

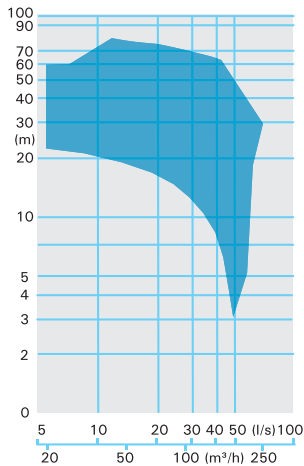


## DN100

**MX 23...2-pole**



Enclosed single channel impeller  
80 mm Ø  
Spherical clearance  
2900 rpm  
[see page 14](#)

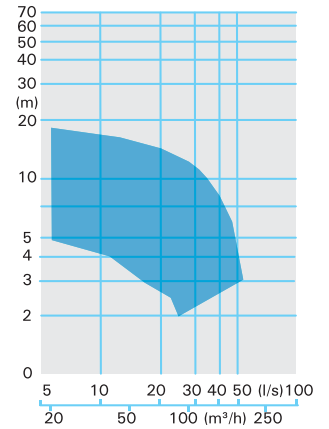


## DN100

**MX 23...4-pole**



Enclosed single channel impeller  
80 mm Ø  
Spherical clearance  
1450 rpm  
[see page 15](#)

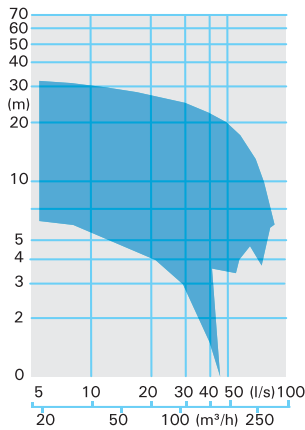


## DN100

**MX 24...4-pole**



Enclosed single channel impeller  
100 mm Ø  
Spherical clearance  
1450 rpm  
[see page 18](#)

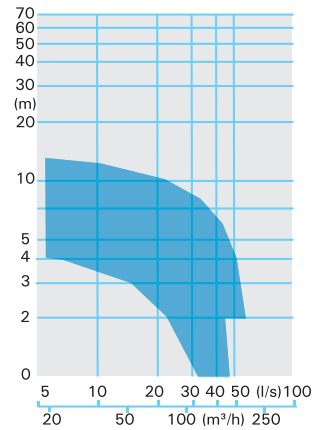


## DN100

**MX 24...6-pole**



Enclosed single channel impeller  
100 mm Ø  
Spherical clearance  
960 rpm  
[see page 19](#)

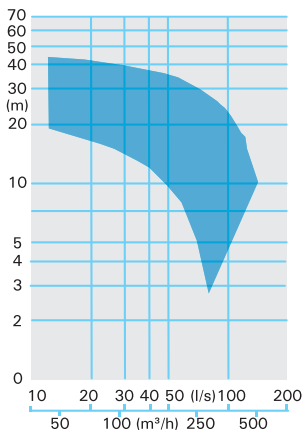


## DN150

**MX 34...4-pole**



Enclosed single channel impeller  
100 mm Ø  
Spherical clearance  
1450 rpm  
[see page 21](#)

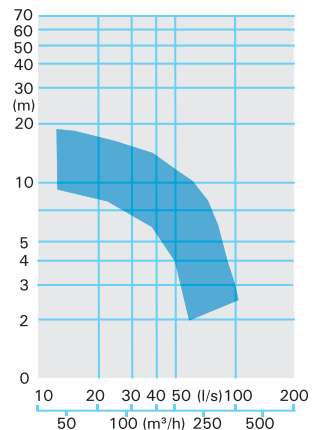


## DN150

**MX 34...6-pole**



Enclosed single channel impeller  
100 mm Ø  
Spherical clearance  
960 rpm  
[see page 22](#)



# DN100 - MX23...-2 polig

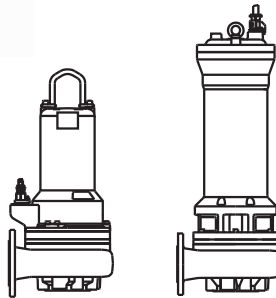


**Enclosed single channel impeller**

**80 mm Ø**

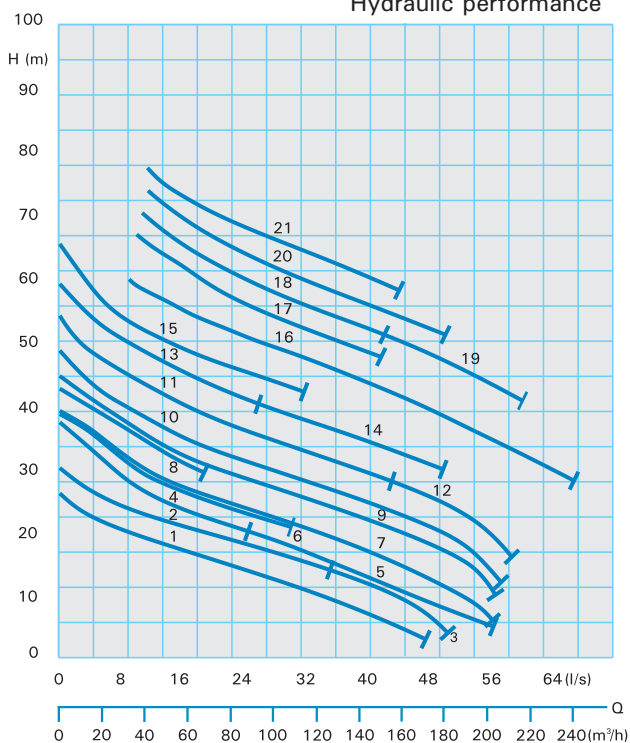
**Spherical clearance**

**2900 rpm**

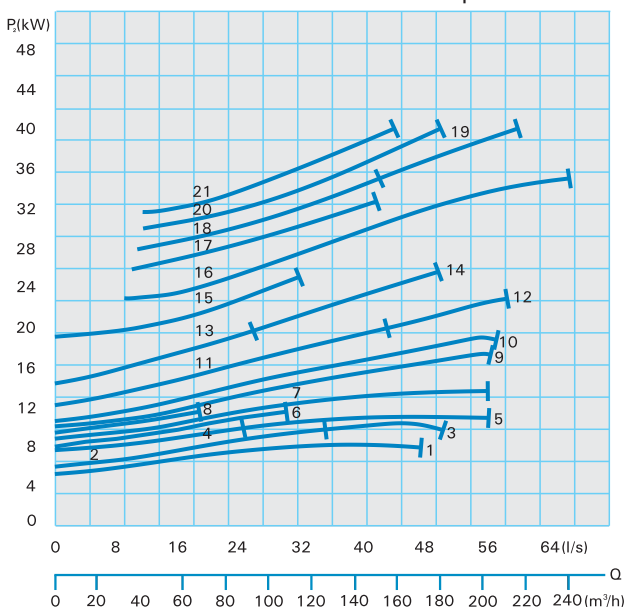


## Performance curves

Hydraulic performance



Motor output



## Technical data

### Standard- and Explosion-proof model – Wet well installation

Curve No.	Pump type	Motor input P <sub>1</sub> (kW)	Motor output P <sub>2</sub> (kW)	Rated current I <sub>n</sub> (A)	Weight standard (kg)	Weight Ex (kg)
1	MX2330-T72(C)(Ex)	11.0	9.5	18.8	105	105
2	MX2331-T72(C)(Ex)	11.0	9.5	18.8	105	105
3	MX2331-T82(C)(Ex)	13.0	11.5	22.2	110	110
4	MX2335-T72(C)(Ex)	11.0	9.5	18.8	105	105
5	MX2335-T82(C)(Ex)	13.0	11.5	22.2	110	110
6	MX2336-T82(C)(Ex)	13.0	11.5	22.2	110	110
7	MX2336-P102(C)(Ex)	22.0	19.6	36.9	180	192
8*	MX2337-T82(C)(Ex)	13.0	11.5	22.2	110	110
9	MX2337-P102(C)(Ex)	22.0	19.6	36.9	180	192
10	MX2338-P102(C)(Ex)	22.0	19.6	36.9	180	192
11	MX2339-P102(C)(Ex)	22.0	19.6	36.9	180	192
12	MX2339-P122(C)(Ex)	28.0	25.4	46.3	200	212
13	MX2341-P102(C)(Ex)	22.0	19.6	36.9	180	192
14	MX2341-P122(C)(Ex)	28.0	25.4	46.3	200	212
15	MX2344-P122(C)(Ex)	28.0	25.4	46.3	203	215
16	MX2346-F152(C)(Ex)	38.0	35.0	59.4	330	330
17	MX2347-F152(C)(Ex)	38.0	35.0	59.4	330	330
18	MX2348-F152(C)(Ex)	38.0	35.0	59.4	331	331
19	MX2348-F162(C)(Ex)	43.0	40.0	67.5	348	348
20	MX2349-F162(C)(Ex)	43.0	40.0	67.5	349	349
21	MX2350-F162(C)(Ex)	43.0	40.0	67.5	349	349

### Standard- and Explosion-proof model – Dry well installation

Curve No.	Pump type	Motor input P <sub>1</sub> (kW)	Motor output P <sub>2</sub> (kW)	Rated current I <sub>n</sub> (A)	Weight standard (kg)	Weight Ex (kg)
1	MX2330-TU72(Ex)	11.0	9.5	18.8	110	110
2	MX2331-TU72(Ex)	11.0	9.5	18.8	110	110
3	MX2331-TU82(Ex)	13.0	11.5	22.2	115	115
4	MX2335-TU72(Ex)	11.0	9.5	18.8	110	110
5	MX2335-TU82(Ex)	13.0	11.5	22.2	115	115
6	MX2336-TU82(Ex)	13.0	11.5	22.2	115	115
7	MX2336-PU102(Ex)	22.0	19.6	36.9	192	204
8*	MX2337-TU82(Ex)	13.0	11.5	22.2	115	115
9	MX2337-PU102(Ex)	22.0	19.6	36.9	192	204
10	MX2338-PU102(Ex)	22.0	19.6	36.9	192	204
11	MX2339-PU102(Ex)	22.0	19.6	36.9	192	204
12	MX2339-PU122(Ex)	28.0	25.4	46.3	212	224
13	MX2341-PU102(Ex)	22.0	19.6	36.9	192	204
14	MX2341-PU122(Ex)	28.0	25.4	46.3	212	224
15	MX2344-PU122(Ex)	28.0	25.4	46.3	215	227
16	MX2346-FU152(Ex)	38.0	35.0	59.4	361	361
17	MX2347-FU152(Ex)	38.0	35.0	59.4	361	361
18	MX2348-FU152(Ex)	38.0	35.0	59.4	362	362
19	MX2348-FU162(Ex)	43.0	40.0	67.5	381	381
20	MX2349-FU162(Ex)	43.0	40.0	67.5	382	382
21	MX2350-FU162(Ex)	43.0	40.0	67.5	382	382

\* For wet well installation with autocoupling of this model, the pump must be fitted to the autocoupling flange by using a 100 mm long flanged DN100 extension pipe to prevent a lifting of the pump during operation.

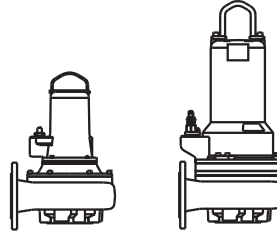


## Enclosed single channel impeller

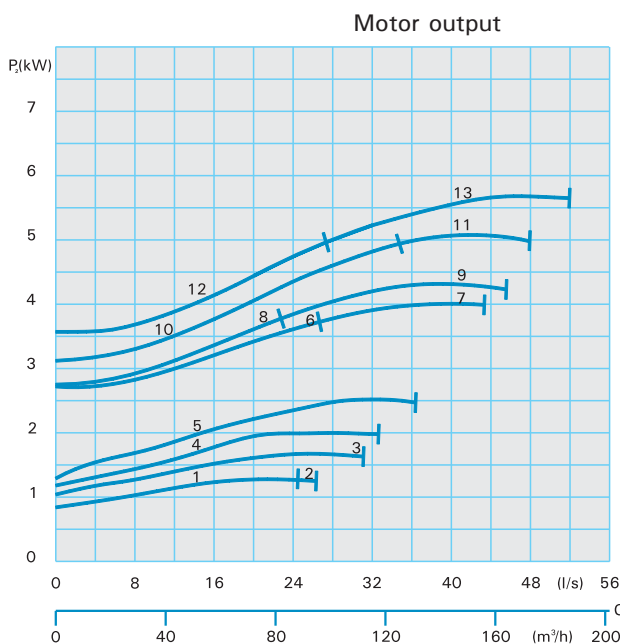
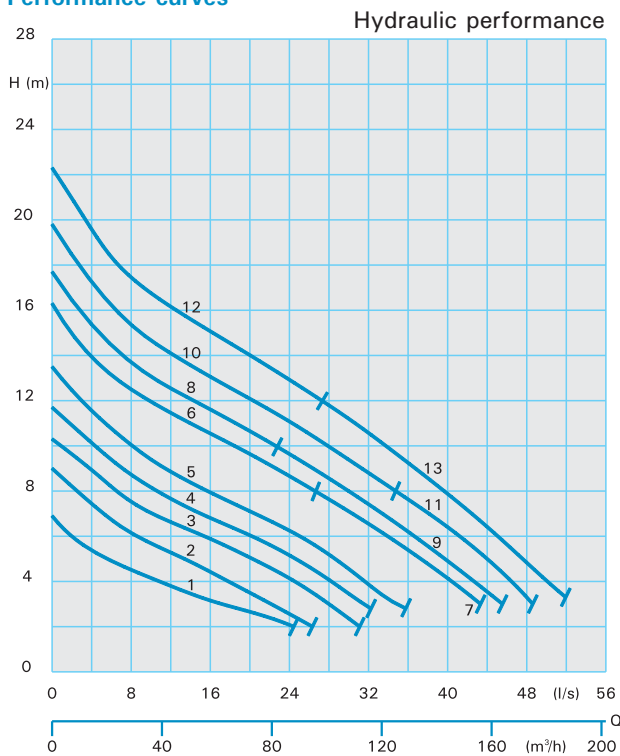
80 mm Ø

Spherical clearance

1450 rpm



### Performance curves

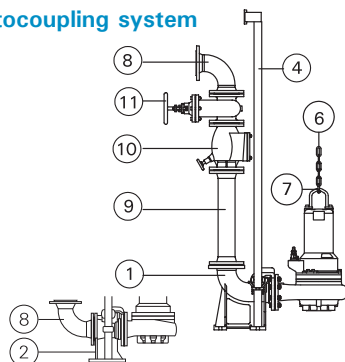


### Technical data

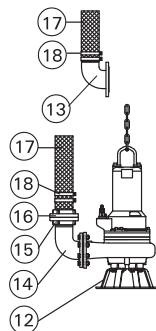
Standard- and Explosion-proof model – Wet well installation						
Curve No.	Pump type	Motor input P <sub>1</sub> (kW)	Motor output P <sub>2</sub> (kW)	Rated current I <sub>n</sub> (A)	Weight standard (kg)	Weight Ex (kg)
1	MX2331-C24(C)(Ex)	1.7	1.3	3.3	68	68
2	MX2336-C24(C)(Ex)	1.7	1.3	3.3	68	68
3	MX2337-D44(C)(Ex)	3.4	2.6	6.2	71	71
4	MX2339-D44(C)(Ex)	3.4	2.6	6.2	71	71
5	MX2341-D44(C)(Ex)	3.4	2.6	6.2	71	71
6	MX2344-T44(C)(Ex)	4.4	3.7	7.5	96	96
7	MX2344-T54(C)(Ex)	5.9	5.0	9.9	109	109
8	MX2346-T44(C)(Ex)	4.4	3.7	7.5	96	96
9	MX2346-T54(C)(Ex)	5.9	5.0	9.9	109	109
10	MX2347-T54(C)(Ex)	5.9	5.0	9.9	109	109
11	MX2347-T64(C)(Ex)	7.7	6.5	13.1	114	114
12	MX2350-T54(C)(Ex)	5.9	5.0	9.9	109	109
13	MX2350-T64(C)(Ex)	7.7	6.5	13.1	114	114

Standard- and Explosion-proof model – Dry well installation						
Curve No.	Pump type	Motor input P <sub>1</sub> (kW)	Motor output P <sub>2</sub> (kW)	Rated current I <sub>n</sub> (A)	Weight standard (kg)	Weight Ex (kg)
1	MX2331-TU34(Ex)	3.4	2.9	5.8	98	98
2	MX2336-TU34(Ex)	3.4	2.9	5.8	98	98
3	MX2337-TU34(Ex)	3.4	2.9	5.8	98	98
4	MX2339-TU34(Ex)	3.4	2.9	5.8	98	98
5	MX2341-TU34(Ex)	3.4	2.9	5.8	98	98
6	MX2344-TU44(Ex)	4.4	3.7	7.5	100	100
7	MX2344-TU54(Ex)	5.9	5.0	9.9	114	114
8	MX2346-TU44(Ex)	4.4	3.7	7.5	100	100
9	MX2346-TU54(Ex)	5.9	5.0	9.9	114	114
10	MX2347-TU54(Ex)	5.9	5.0	9.9	114	114
11	MX2347-TU64(Ex)	7.7	6.5	13.1	119	119
12	MX2350-TU54(Ex)	5.9	5.0	9.9	114	114
13	MX2350-TU64(Ex)	7.7	6.5	13.1	119	119

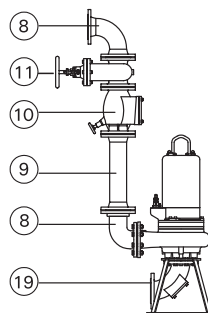
## Permanent wet well installation with autocoupling system



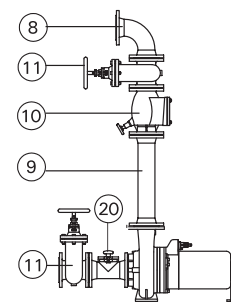
## Transportable wet well installation



## Permanent dry well installation vertical



## Permanent dry well installation horizontal



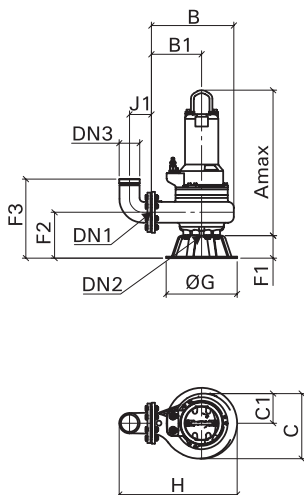
No.	Description	Type	Dimension	Part No.	No.	Description	Type	Dimension	Part No.			
1	Auto-coupling system, cast iron, consisting of auto-coupling with flanged elbow, flanged pump coupling and upper slide rail bracket - Cast iron, upper slide-rail bracket - complete Stainless Steel	KK 80/ 80	DN 80	8604025	10	Flanged swing check valve, cast iron, with gasket and fixing bolts		DN 80	2212807			
		KK 80/100	DN 80/DN100	8604030				DN100	2212809			
		KK 100/100	DN100	8604055				DN125	2212810			
		KK 100/ 80	DN100/DN 80	8604060				DN150	2212811			
		KK 150/150	DN150	8604070				DN200	2212816			
		KK 150/100	DN150/DN100	8603632		11	Flanged gate valve, cast iron, with gasket and fixing bolts		DN 80	2216080		
		KK 200/150	DN200/DN150	8604105					DN100	2216100		
		KKR 80/ 80	DN 80	8604026					DN125	2216125		
		KKR 80/100	DN 80/DN100	8604031					DN150	2216150		
		KKR 100/100	DN100	8604056					DN200	2216200		
KKR 100/ 80	DN100/100	8604061	12	Ring base stand up to 16,9 kW (P2) from 17,0 kW (P2)	NB 100 A NB 150 A NB 150	DN100	7321215					
KKR 150/150	DN150	8604071				DN150	7321285					
KKR 150/100	DN150/100	8604073				DN150	7321275					
KKR 200/150	DN200/150	8604106				13	Flanged spigot elbow with gasket and fixing bolts	DN100/110mm	6001141			
KKC 80/ 80	DN 80	8604027							14	90° Flanged elbow Double nipple Threaded flange Flanged to thread elbow with gasket and fixing bolts	R3"IG/AG R3" AG DN80/R3"IG DN100xR4"AG DN150xR6"AG	2111805
KKC 100/100	DN100	8604057	2128030									
KKC 150/150	DN150	8604072	2215080									
2	Auto-coupling system consisting of auto-coupling with horizontal discharge flange, flanged pump coupling and upper slide rail bracket	KS 80/ 100	DN 80/DN100	8604045	15							STORZ-fixed coupling
		KS 100/100	DN 100	8604065		2010602						
		KS 150/ 150	DN 150	8604075		2010701						
KS 200/ 150	DN 200/DN150	8604083	16	STORZ-hose coupling with spigot STORZ-reducer	B-75 mm A-110 mm F-150 mm A - B F - A	2013502						
4	Guide rails, pair, per meter - Galvanized steel	1 1/2" for DN 80/DN100				2190155	75 mm	2632075	2632110	2632150		
		2" for DN150				2190205					110 mm	2642075
2 1/2" for DN200	2190225	150 mm	2632150	on request								
- Stainless steel	1 1/2" for DN 80/DN100 2" for DN150 2 1/2" for DN200					2190254	17	Reinforced hose, per m (inner dia. in mm)	75 mm 110 mm 150 mm	2632075 2632110 2632150	2642075 2642110	
		2190256	Rubber hose (inner dia. in mm)	75 mm 110 mm	2642075 2642110							
		2190258				Hose with pre-attached couplings						on request
Upper slide rail bracket, stainless steel	on request		18	Hose bands	S 85/20 S100/20 S115/20 S118/20 S172/20		2308520 2310020 2311520 2311820 2317520					
						6		Lifting chain, Galvanized steel, per meter	5 mm Ø	2800350	19	Flanged pump stand with gasket and fixing bolts
8 mm Ø	2800380	Pump stand with suction elbow, cleaning hole, gasket and fixing bolts	TVS 100 A-R (up to 28kW) TVS 100 A-R TVS 150 A-R TVS 150-R TVS 150/200 A-R TVS 150/200-R	DN100 DN100 DN150 DN150 DN150/DN200 DN150/DN200	8604220 8604221 8604225 8604230 8604232 8604235							
10 mm Ø	2800410					20	Flanged pipe with cleaning hole, gasket and fixing bolts	DN100 DN150	2159810 2159815			
Stainless steel AISI316 (A4), per meter	8 mm Ø	2800384	Kit of gaskets and fixing bolts	various	various							
10 mm Ø	2800386	7				Galvanized steel shackle	f. 5 mm Ø f. 8 mm Ø f. 10 mm Ø	2801450 2801380 2801410				
Stainless steel shackle AISI316 (A4)	f. 8 mm Ø f. 10 mm Ø		2801384 2801386	9	90° flanged elbow				DN 80 DN 100 DN 150 DN 200	2153302 2153303 2153353 2153363		
		or flanged y-piece for twin pump arrangement, horizontal discharge (optional with vertical discharge) available with different dimensions according to sump dimension (see dimensions) with gasket and fixing bolts				DN 80/ 80/ 80 DN 80/ 80/100 DN 100/100/100 DN 100/100/125 DN 100/100/150 DN 150/150/150 DN 200/200/200	on request					
8	90° flanged elbow		DN 80 DN 100 DN 125 DN 150 DN 200	2153302 2153303 2153353 2153363								
		Flanged discharge pipe, 1 m, with gasket and fixing bolts			DN 80 DN 100 DN 125 DN 150 DN 200	2152081 2152201 2152221 2152251 2152271						
							Discharge pipe, per additional meter	DN 80 DN 100 DN 125 DN 150 DN 200	2150180 2150100 2150125 2150150 2150200			
										Flanged reducer	on request	

Stainless steel coupling systems, elbows, pipes, fittings (valves, flaps etc.) on request. Electrical or electronic control panels for pumps and pump stations with accessories on request. Sumps of concrete or synthetic material for complete pump stations please see special leaflet.

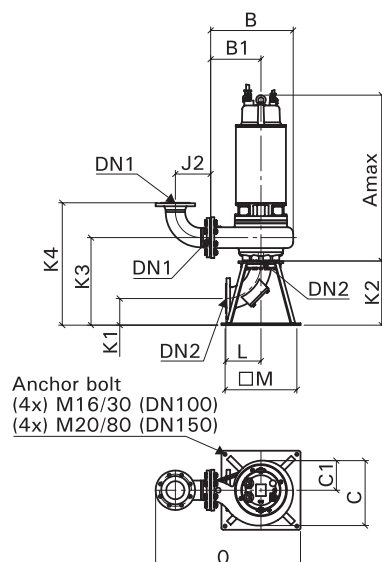


K1	K2	K3	K4	L	□M	O	P1	P2	Q	Rmax	S1	S3	Tmax	Umax	V1
148	357	450	614	195	400	687	200	400	93	700	280	95	548	648	260
148	357	450	615	195	400	687	200	400	93	948	280	95	796	896	310
148	357	476	641	195	400	767	200	480	119	1063	280	95	886	986	310
148	357	450	614	195	400	687	200	400	93	627	280	95	475	575	260
148	357	476	640	195	400	767	200	480	121	726	280	95	548	648	260
148	357	435	599	195	400	707	200	420	250	882	360	110	738	843	260
148	357	435	600	195	400	897	200	450	250	1219	360	110	1075	1180	310
148	357	435	599	195	400	707	200	420	250	809	360	110	665	770	260
148	357	435	599	195	400	737	200	450	250	809	360	110	665	770	260
148	357	450	645	195	400	727	200	400	93	698	280	95	542	642	260
148	357	450	645	195	400	727	200	400	93	1035	280	95	883	983	310
148	357	475	670	195	400	807	200	480	119	1063	280	95	886	986	310
148	357	475	670	195	400	807	200	480	119	1282	280	95	1087	1187	360
148	357	450	645	195	400	727	200	400	93	625	280	95	469	569	260
148	357	475	670	195	400	807	200	480	118	726	280	95	548	648	260
148	357	480	674	195	400	792	200	465	123	680	280	95	498	598	260
148	357	487	681	195	400	807	200	480	130	749	280	95	560	660	260
205	502	637	831	283	520	941	250	595	135	766	350	120	572	682	260
207	500	635	830	283	520	883	250	595	135	1096	350	120	902	1012	310
148	357	480	674	195	400	792	200	465	123	680	280	95	498	598	260
148	357	487	681	195	400	807	200	480	130	749	280	95	560	660	260
205	502	637	831	283	520	941	250	595	135	766	350	120	572	682	260
148	357	445	639	195	400	767	200	440	260	882	360	110	665	770	260
148	357	445	640	195	400	809	200	480	260	1219	360	110	1075	1180	310
148	357	445	639	195	400	767	200	440	260	809	360	110	664	770	260
148	357	445	639	195	400	807	200	480	260	809	360	110	665	770	260
148	357	480	674	195	400	792	200	465	123	680	280	95	498	598	260
148	357	487	681	195	400	807	200	480	130	749	280	95	560	660	260
150	357	487	681	195	400	807	200	480	130	996	280	95	807	907	310
207	500	635	830	283	520	883	250	595	135	1006	350	120	842	952	310
207	500	635	906	283	520	1076	315	765	139	1096	450	120	902	1012	310
202	500	639	925	283	560	1132	315	765	139	1323	450	120	1106	1216	360
202	500	639	910	283	560	1168	315	765	139	1382	450	120	1144	1254	410
207	500	638	909	283	520	1168	315	765	138	1100	450	120	902	1012	310
207	500	635	906	283	520	1076	250	620	135	1096	350	120	902	1012	310
202	500	638	924	283	560	1102	310	730	138	1206	350	90	1000	1100	360
205	502	637	908	283	520	1076	250	620	135	766	350	120	572	682	260
207	500	638	909	283	520	1126	310	730	138	1028	350	90	831	931	310

### Wet well installation with base stand

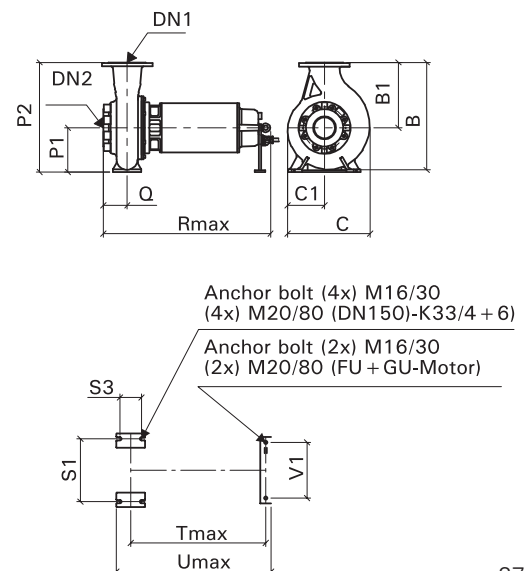


### Dry well installation vertical



### Dry well installation horizontal

Range V13 + 23/2 + 4  
Separate support flanged to pump housing







## HOMA Product Range

- ▶ Submersible waste water pumps
- ▶ Deep-well submersible pumps
- ▶ Submersible sewage pumps
- ▶ Submersible grinder pumps with cutter system
- ▶ Waste water disposal units
- ▶ Sewage disposal units
- ▶ Packaged pump stations
- ▶ Mixers and flow generators
- ▶ Injector systems for tank cleaning
- ▶ Garden pumps and domestic booster units
- ▶ Control boxes



## Worldwide Presence

HOMA pumps are installed in more than 60 countries around the world – in countless projects of various kinds. They comply to all international safety and quality standards and are certified by many institutions and organisations responsible for national waste water treatment standards. To maintain and further develop this high quality level is our main target.



## Network of Sales and Service Partners

HOMA provides a worldwide network of agents and distributors supporting our customer with excellent sales and service assistance in planning, specification and selection, including a computer software program available on CD-ROM or from the WorldWide-Web.

## HOMA Pumpenfabrik GmbH

P.O. Box 22 63 ▶ 53819 Neunkirchen-Seelscheid; Germany

Phone +49 (0)22 47/702-0 ▶ Fax +49 (0) 22 47/702-44

e-mail: [info@homa-pumpen.de](mailto:info@homa-pumpen.de) ▶ Internet: [www.homapumps.com](http://www.homapumps.com)



## Construction - Quality in Detail

### Wet Pit Version

**1** Pressure tight cable entry gland assures positive watertight seal and provides strain relief against rough handling.

**2** All exposed fasteners are stainless steel for ease of disassembly after years of service.

**3** All major castings are ASTM A48 Class 40 Cast iron, Epoxy Coated against corrosion, and sealed with fully captured O rings. Various alloys and O ring materials are available upon request.

**4** Duplex mechanical shaft seals, in tandem arrangement (Impeller side: silicon carbide Motor Side: carbon graphite is standard with silicon carbide optional) for double motor protection.

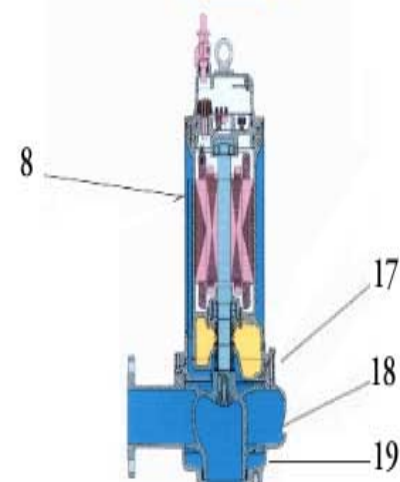
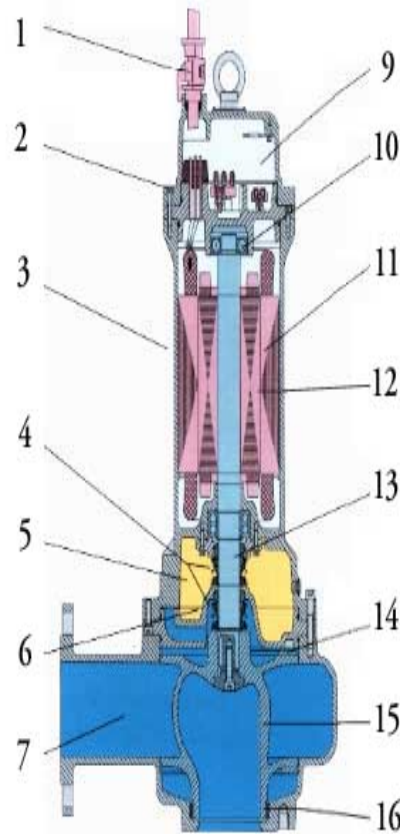
**5** Generously sized oil chamber to lubricate seals and to cool mechanical seals and lower bearings for long service life.

**6** Optional seal probes, in either single wire or dual wire design, will continuously monitor the seal chamber and indicate water intrusion.

Centerline Discharge Pump housing with discharge flange drilled to ANSI B 16.1/Class 125.

### Dry Pit Version

**8** Optional motor cooling jacket usage is for low liquid level or severe service applications. Standard cooling jacket arrangement is field convertible for either internal media cooling or for external cooling liquid.



**9** Junction box is fully isolated from motor chamber and includes a terminal board for ease of voltage change and maintenance.

**10** Heavy-duty sealed bearings are lubricated with high temperature grease for long life in severe services.

**11** Stator winding temperature continuously monitored by auto reset thermal sensors between each phase to provide indication of overheating.

**12** Class F (155C), heat and moisture resistant stator winding insulation and 1.15 Service Factor are standard.

**13** Short overhang, large diameter shaft for extremely low deflection and vibration free operation. Longer seal and bearing life are assured.

**14** Pumpout vanes on rear face of impeller keep solids out and provide directional flow for internally cooled pumps.

**15** Dynamically balanced, non-clog type impellers, with generous passageways to pass large size solids.

**16** Replaceable bronze wear ring in volute to maintain hydraulic efficiency. Impeller wear rings or special materials are optional.

**17** Optional visual leak detection device permits visual check of seal chamber oil condition.

**18** Volute can be provided with optional handhole for inspection and/or cleaning operations without removal of pump.

**19** Volute may be provided with optional cast mounting feet for horizontal in

# Pump Data Sheet

**4" Nominal Discharge**  
**3" Solid Size**  
**4-poles; 1750 RPM**



Enclosed Single-Vane Impeller

**Model**  
**AM 434**

Page 1 of 2

## Electrical Data

Curve Number	Model	Impeller / Motor (mm) / Code	Voltage	Max. B.H.P.	AMPS F.L.	AMPS LR.	Power Factor	Motor Eff. (%)	Cable Size	Cable O.D.(mm)
1	AM434-	140 / 2.9N	230 / 460	2.0	8.0 / 4.0	30.5 / 15.3	0.87	81	7G1.5	17
2	AM434-	150 / 2.9N	230 / 460	2.7	8.0 / 4.0	30.5 / 15.3	0.87	81	7G1.5	17
3	AM434-	160 / 4.3N	230 / 460	3.4	11.4 / 5.7	56.0 / 28.0	0.87	85	7G1.5	17
4	AM434-	170 / 5.5N	230 / 460	4.7	13.8 / 6.9	56.0 / 28.0	0.87	85	7G1.5	17
5	AM434-	180 / 5.5N	230 / 460	5.5	13.8 / 6.9	61.0 / 30.5	0.87	85	7G1.5	17
6	AM434-	180 / 7.5N	230 / 460	6.2	19.4 / 9.7	88.0 / 44.0	0.87	86	7G2.5	18
7	AM434-	200 / 7.5N	230 / 460	7.5	19.4 / 9.7	88.0 / 44.0	0.87	86	7G2.5	18

Separate Thermal Sensor Cable is provided on all AM434 Pumps.

4G1.5

12

## Motor Construction

Motor Type	Enclosed submersible air-filled
NEMA Insulation Code	Class F
Service Factor	1.15
NEMA Design Letter	B
Standard Cable Length	30 ft
Available Motor Voltages	200V, 230V, 460V or 575V
Thermal Sensors embedded in Windings	Included in all Pumps. Must be wired into Control Panel to validate Warranty
Optional Explosion Proof Construction	Class I, Div 1, Groups C & D – Factory mutual approved
Optional external, single Wire, conductive Seal Probes are available on all Pumps. (Cable O.D. is 7mm)	

## Standard Material Of Construction

Motor Housing	Cast Iron ASTM A48; Class 40B
Volute	Cast Iron ASTM A48, Class 40B
Impeller	Cast Iron ASTM A48, Class 40B
Volute Wear Ring	Bronze ASTM B144
Shaft	AISI 430F Stainless Steel
Mechanical Seal – Impeller Side	Silicon Carbide vs Silicon Carbide
Mechanical Seal – Motor Side	Silicon Carbide vs Silicon Carbide
Fasteners	AISI 304 Stainless Steel
O-Rings	Nitrile Rubber
Upper Bearing	Single Row Ball Bearing
Lower Bearing	Double Row Ball Bearing
Power Cable Sheathing	Nitrile Rubber

**Please see Technical Section of Catalogue for additional Information**

PTI reserves the Right to change Product, Material or Design Data as required without Notification.



A Series

## **MAINTENANCE**

Regular maintenance will help ensure longer pump life and more reliable operation. It is recommended that pumps in intermittent operation be inspected twice a year and pumps in continuous operation be inspected every 1,000 hours. The following is a listing of required inspection and maintenance items.

**If any of the problems described in the following list exists stop operating the pump to avoid damage or personal injury.**

### **1. CABLE ENTRY**

Make sure that the cable entry flange and strain relief clamp are tight. If the cable entry is showing signs of leakage remove cable from entry, remove grommet, cut a piece of cable off so that the grommet seats on a new portion of the cable, replace grommet, and reinstall cable assembly, into the top of the motor.

*Note: Explosion Proof cables are sealed with a Factory Mutual Approved potting compound. Please consult factory for instruction.*

### **2. CABLES**

Inspect the cable for cuts, scrapes or sharp bends. If the outer jacket is damaged, replace the cable. Splices of the power or control cable within the wet well area are not acceptable.

### **3. MOTOR INSULATION RESISTANCE**

Megger the insulation between the phases and between any phase and ground. Resistance values should be greater than 1 M ohm. If abnormal readings are obtained contact authorized service center immediately.

### **4. EXTERNAL PARTS ON PUMP**

Make sure that all screws, bolts and nuts are tight. Check the condition of pump lifting eyes and replace if damaged or worn, Replace any external part that appears worn or damaged.

### **5. SEAL CHAMBER OIL**

*Note: Use extreme care when removing the seal chamber plug, as the chamber may become pressurized if seal failure has occurred. Seal chamber oil should be checked for signs of water intrusion, or other impurities any time the pump is removed from wet well. To check the condition of the oil, remove the oil fill plug. Drain the chamber volume into a transparent container. Visually check sample for impurities or emulsification (oil may appear cream-like if a small amount of water is present). If significant water intrusion has occurred, remove and replace lower mechanical seal. Unless obvious mechanical damage has occurred to the lower seal, it is good practice to replace the upper and lower mechanical seals as a set. Refill seal chamber with fresh oil to the bottom of fill plug port (when pump is in vertical position) and replace oil fill plug.*

### **6. IMPELLER**

Periodically inspect impeller by turning pump on its side, remove suction strainer nuts and strainer to expose impeller and relocate position of adjusting plate (suction cover) as needed. Replace the impeller if it is damaged or worn.

## **SPARE PARTS**

In order to obtain spare parts identify the required parts by looking at the enclosed cross sectional drawing and listing, and contact authorized HOMA PUMP TECHNOLOGY representative with your order. Authentic Homa Pump Technology parts shall be used to maintain warranty.

*Note: Explosion Proof pumps must be identified as such, and the pump serial number must be referenced for proper parts identification.*

## Performance

Discharge Size: 4"

Solid Size: 3" and 4"

Speed:	4pole — 1750 rpm
	6pole — 1160 rpm

Impellers:

M	Enclosed Single Vane
V	Vortex

Discharge Size: 6" to 10"

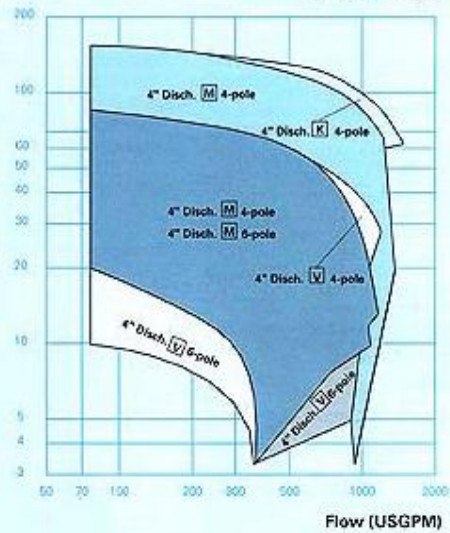
Solid Size: 3" to 5"

Speed:	4pole — 1750 rpm
	6pole — 1160 rpm

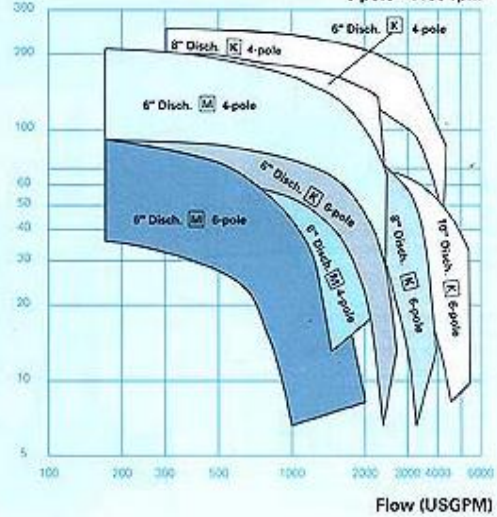
Impellers:

M	Enclosed Single Vane
K	Enclosed Multi Vane

Total head (Feet) 4" 4 pole - 1750 rpm  
6 pole - 1160 rpm



Total head (Feet) 6", 8", 10" 4 pole - 1750 rpm  
6 pole - 1160 rpm



The source for world wide  
pump technology



## International Customer Service



### Worldwide Presence

HOMA pumps are installed in more than 60 countries around the world—in countless projects of various kinds. They comply to all international safety and quality standards and are certified by many institutions and organisations responsible for national waste water treatment standards. To maintain and further develop this high quality level is our main target.

### Network of Sales and Service Partners



HOMA provides a worldwide network of agents and distributors supporting our customers with excellent sales and service assistance in planning, specification and selection, including a computer software program available on CD-ROM or from the WorldWideWeb.

### HOMA product range

- Submersible waste water pumps with channel- and vortex-hydraulic
- Submersible propeller pumps
- Submersible grinder pumps
- Submersible, surface and venturi aerators
- Packaged pump stations
- Waste water lifting stations
- Submersible drainage pumps
- Contractor pumps
- Electric and electronic pump controls

HOMA Pumpenfabrik GmbH  
P.O. Box 2263  
D-53814 Neunkirchen - Seelscheid  
Tel.: ++49(0)2247/702-0  
Fax: ++49(0)2247/702-44  
e-mail: [info@homa-pumpen.de](mailto:info@homa-pumpen.de)  
[www.homapumps.com](http://www.homapumps.com)

## Float Switches Level Controllers



Type  
AS, MB / MB-Ex / BO / BS, M2

The source for increased safety and reliability

### HOMA float switches - well thought out in detail

Mercury-free liquid level controllers for the automatic operation and control of

- pumps or pump stations
- sewage and waste water disposal units
- electric gate valves
- overflow - or dry run protection
- limit detector or alarm devices

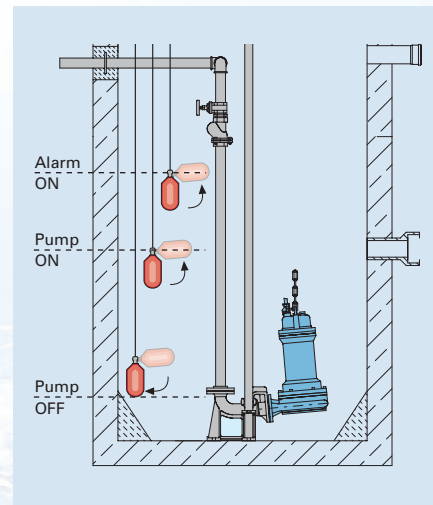
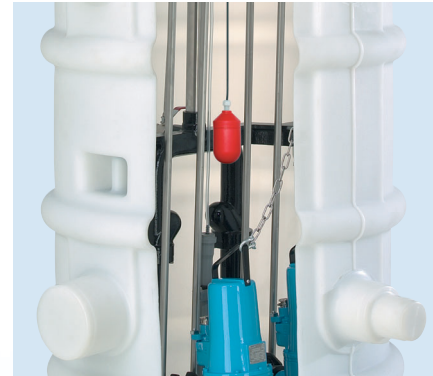
HOMA float switches consist of a robust, watertight composite float body with a built-in micro switch.

Depending on the float switch position in the fluid, a switching ball or a toggle weight activates the micro switch and opens or closes the circuit.

Different types of float switches are available with:

- opening contact (in uplifted position the circuit is opened)
- closing contact (in uplifted position the circuit is closed) or
- dual contact (depending on the cable connection, this switch can be used as an opening- or closing contact)

In case of hazardous liquids, where an overflow has to be reliably prevented, an opening contact switch should be installed, since even in case of a broken float switch cable, the operation of the pump or the alarm is securely provided.



### Type AS

Float switch with large switching angle, especially as combined On-Off switch for smaller pumps or alarm triggering. High capacity up to 8 A for directly switching the motor current. Depending on the float body's position, the switching ball activates the built-in micro switch. The eight-shaped rolling surface for the ball guarantees a reliable function, even if the liquid level rises very slowly or the cable is twisted. In order to vary the switching differential it is possible to shorten or lengthen the cable between the fastening position (or adjusting weight) and the float body (minimum cable length 10 cm). The switching height itself is set by raising or lowering the fixing point.

The float switch type AS is available as an opening- or closing-contact .

### Type MB, MB-Ex, BO, BS

Float switch with integrated toggle weight, hangs freely from the cable. The required switching point is set by the cable length. The position of the float body varies by rising or decreasing of the liquid level. The container toggles around the integrated weight and thus is prevented from surfacing or being affected by turbulences.

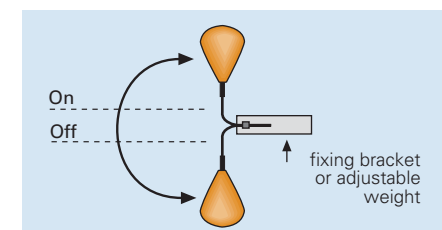
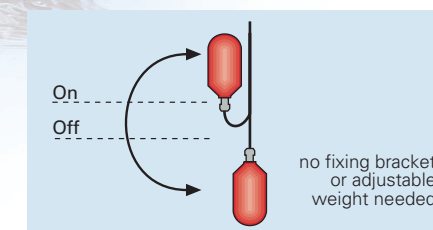
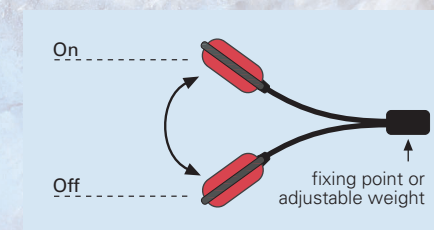
Available models:

- Standard model (type MB) (available with opening- or closing contact)
- for explosion proof pumps (type MB-Ex) (available with opening- or closing contact)
- Oil resistant model (type BO) (supplied with dual contact)
- Acid resistant model (type BS) (supplied with dual contact)

### Type M2

Due to its smaller volume the float switch M2 is suitable for use in liquids without large amounts of solid matter. It is especially suitable for use in small tanks with limited space. This float switch must be fixed according to the required switching level.

The float switch M2 is supplied with dual contact .

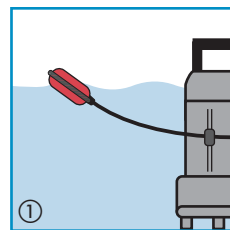


### Technical data

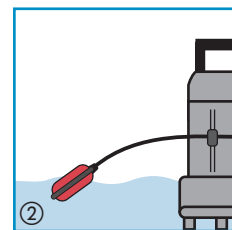
Type	AS	MB, MB-Ex, BO, BS	M2
Switching voltage	250V AC	4V - 30V AC / DC	4 - 250V AC
Switching capacity	1 mA - 8 A	1 mA - 3 A	1 mA - 2 A
Switching angle	90°	20°	10°
Operating pressure max.	1 bar	0,5 bar	1 bar
Operating temperature max.	90°C	60°C	80°C
Dimensions (in mm)	150 x 85 x 40	190 x 80 dia.	90 x 60 dia.
Material of float body	PP-Copolymerisates	Polypropylene	Polypropylene
Material of cable	synt. Caoutchouc	PES / PVC	TKP / PVC

### Function of liquid level control

Float switch without toggle weight, combined switch function On-Off

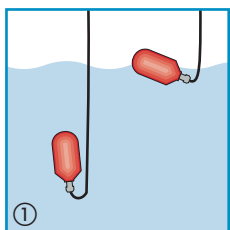


① At reaching the "switch-on level", the float switch activates the pump

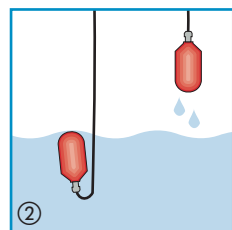


② and switches the pump off when the corresponding level is reached .

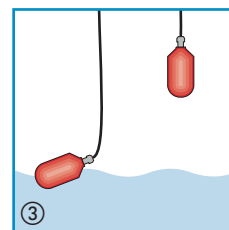
Float switch with toggle weight, seperated switch funktion On-Off



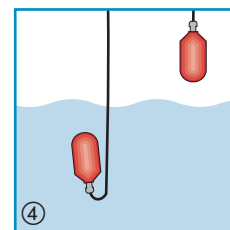
① The "switch-on" controller (above) activates the pump.



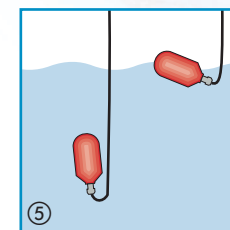
② The liquid level is decreasing



③ until the "switch-off" controller (below) shuts the pump off.



④ Inflowing liquid rises the level



⑤ and the pumping procedure starts again.

**A-Series with ASC System**

**High Flow Cutter Pumps 4" and 6" Discharge.**

HOMA A-Series submersible sewage pumps with solid handling channel impellers are available with the new HOMA ASC (Additional Solids Cutting) system.

The new range is a combination of a high flow waste water pump, with big spherical clearance up to 4", and an effective cutter device, that chops solid particles before they enter the pump. This provides a unique double safety against any clogging inside the pump, valves or pipework.

HOMA A-Series pumps with ASC are the ultimate solution for pumping waste water and sewage containing solids like long fibres, plastic particles, strings, ropes, etc. They are also ideal for the transfer of liquid manure containing straw.

HOMA pumps with the ASC-System provide:

- Reliable Cutter action assures true non-clog pumping
- High flow pumping with pump discharge sizes up to 6" (DN 150).
- High efficiency channel impeller pumps with solid sizes up to 4" (100 mm) diameter.

HOMA A-Series pump ranges available with ASC are:

Range	Discharge size	Solid size
50Hz		
M23	4" (DN 100)	3" (77mm)
MX24	4" (DN 150)	4" (100 mm)
MX34	6" (DN 150)	4" (100mm)
K33	6" (DN 150)	3" (77mm)
60Hz		
AK432	4" (DN 100)	3" (77mm)
AM434	4" (DN 100)	3" (77mm)
AM(X)444	4" (DN 100)	4" (100 mm)
AIVI(X)446	4" (DN 100)	4" (100 mm)
AMIX644	6" (DN 150)	4" (100 mm)
AM(X)646	6" (DN 150)	4" (100 mm)
AK634	6" (DN 150)	3" (77 mm)



**Discharge sizes:**

- 4" (DN 100)
- 6" (DN 150)

**Solid sizes:**

- 3" (77 mm)
- 4" (100 mm)

**Motor speed:**

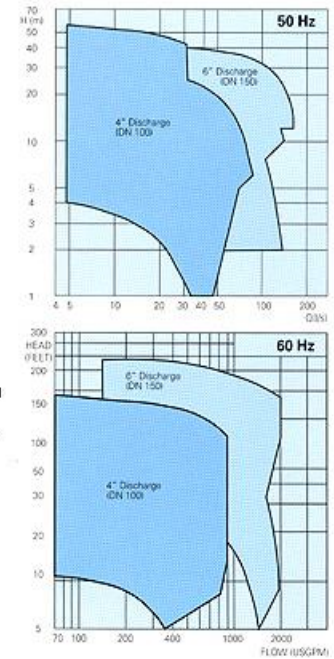
- 2-pole
- 4-pole
- 6-pole

**Impellers:**

- Enclosed single vane
- Enclosed multi-vane

**Cutter:**

Adjustable 3-blade cutting device with replaceable blades. Hardness 90 HRA.

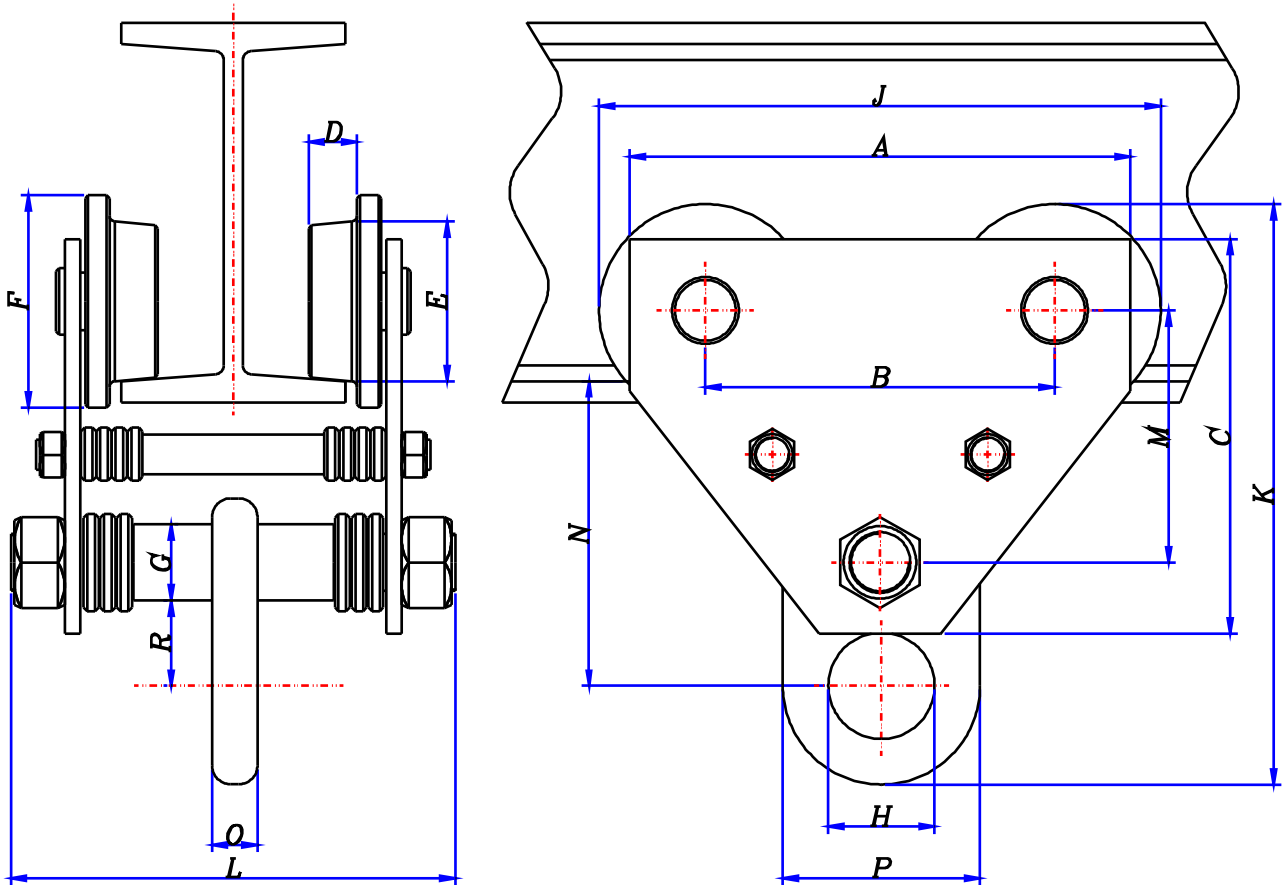




# **APÉNDICE I**

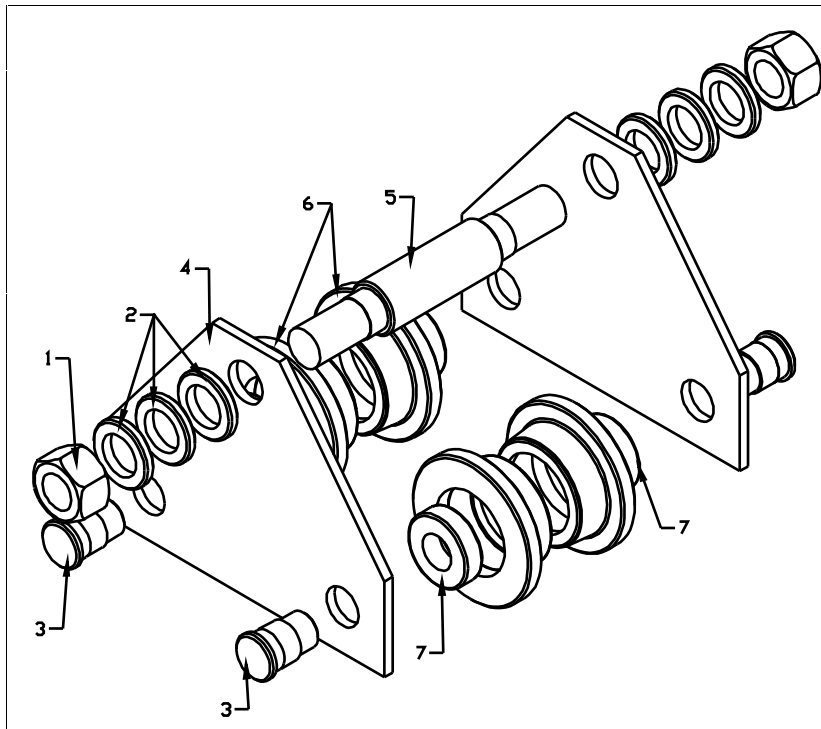
## **SISTEMA DE IZAJE**

## Carro traslación a empuje

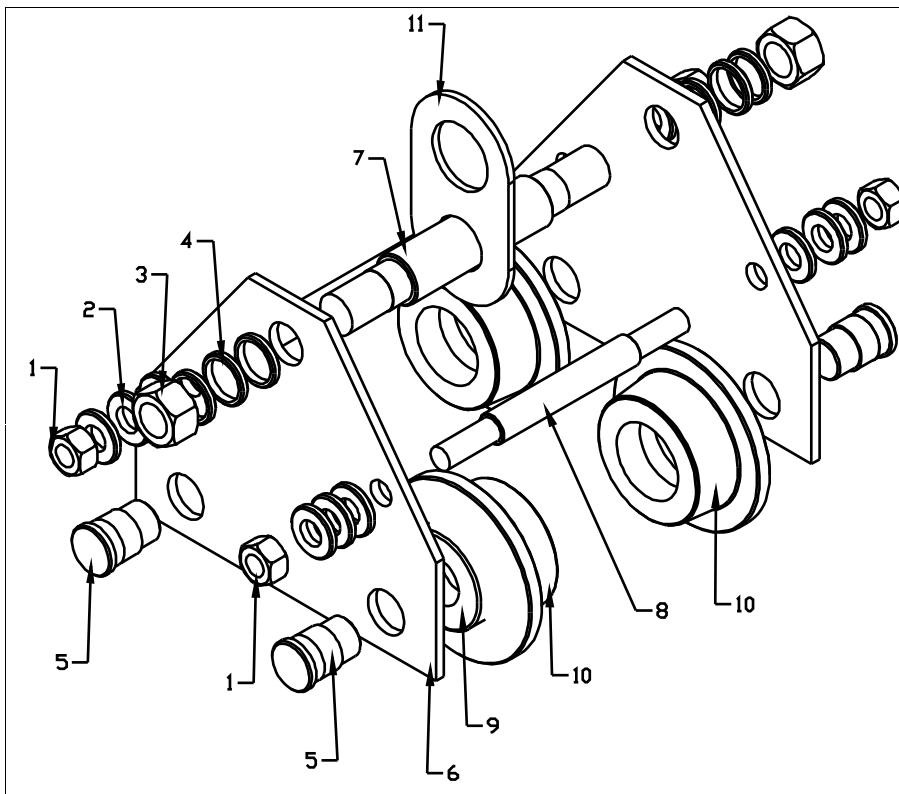


Mod.	Tn	Peso	Viga	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R
250	¼	3,3	8-18	165	115	130	16	53	70	25	-	185	141	148	86	-	-	-	-
500	½	4,5	8-18	165	115	130	20	55	78	25	30,5	193	179	148	86	100	4,7	53,5	27
1000	1	6,6	14-22	200	140	160	31	70	85	25	30,5	225	214	177	112	119	9,4	53,5	28
2000	2	11,6	16-26	235	157	200	31	89	112	32	43	269	287	202	143	160	9,4	76	42
3000	3	17	22-36	250	164	220	37,5	95	119	38	43	291	289	251	143	154	14	76	40
5000	5	18	22-40	250	164	220	37,5	95	119	38	-	291	-	251	143	-	-	-	-

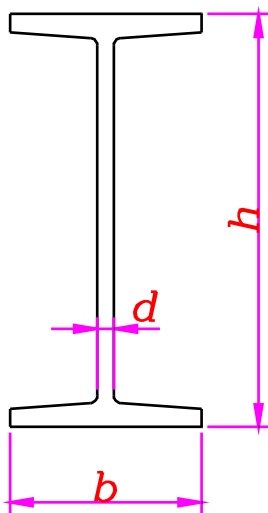
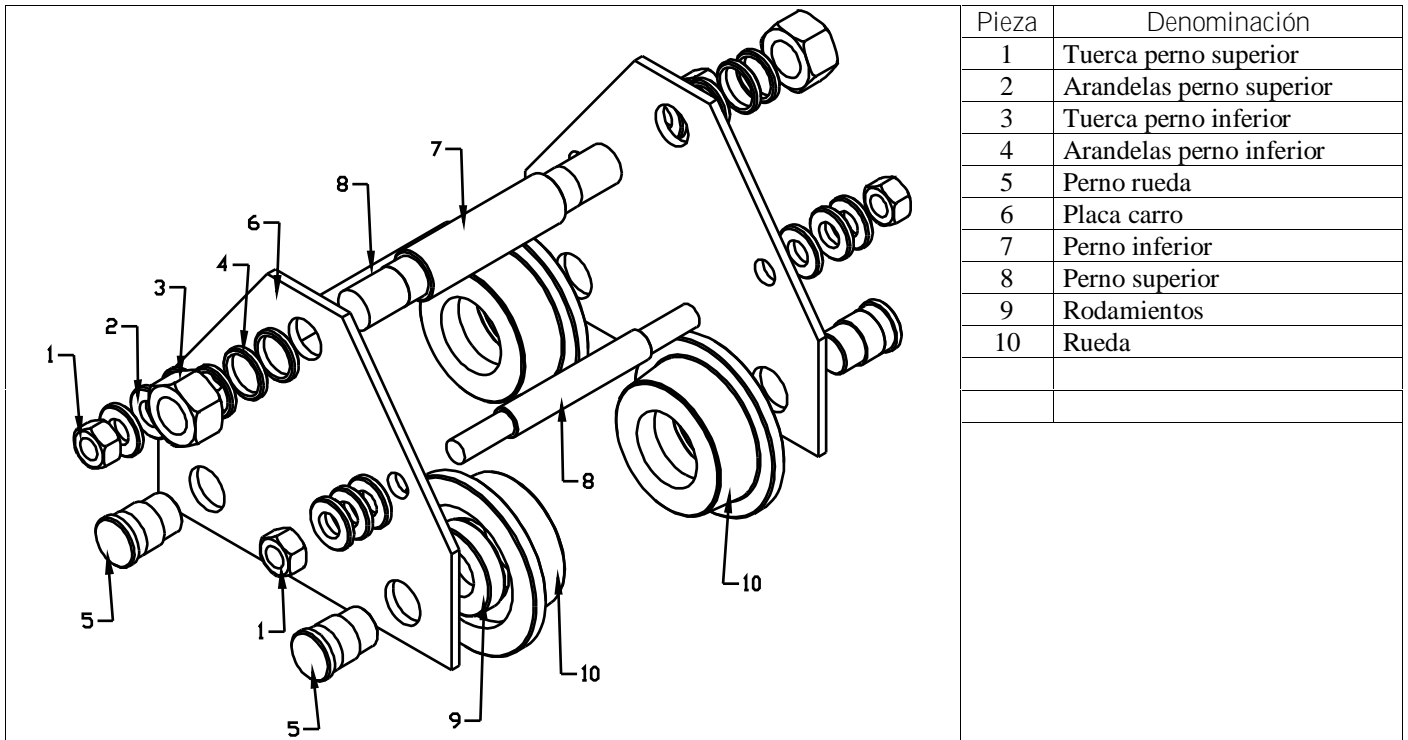
- Las medidas y los despieces pueden ser modificados sin previo aviso.



Pieza	Denominación
1	Tuerca perno inferior
2	Arandelas perno inferior
3	Perno rueda
4	Placa carro
5	Perno inferior
6	Ruedas
7	Rodamientos



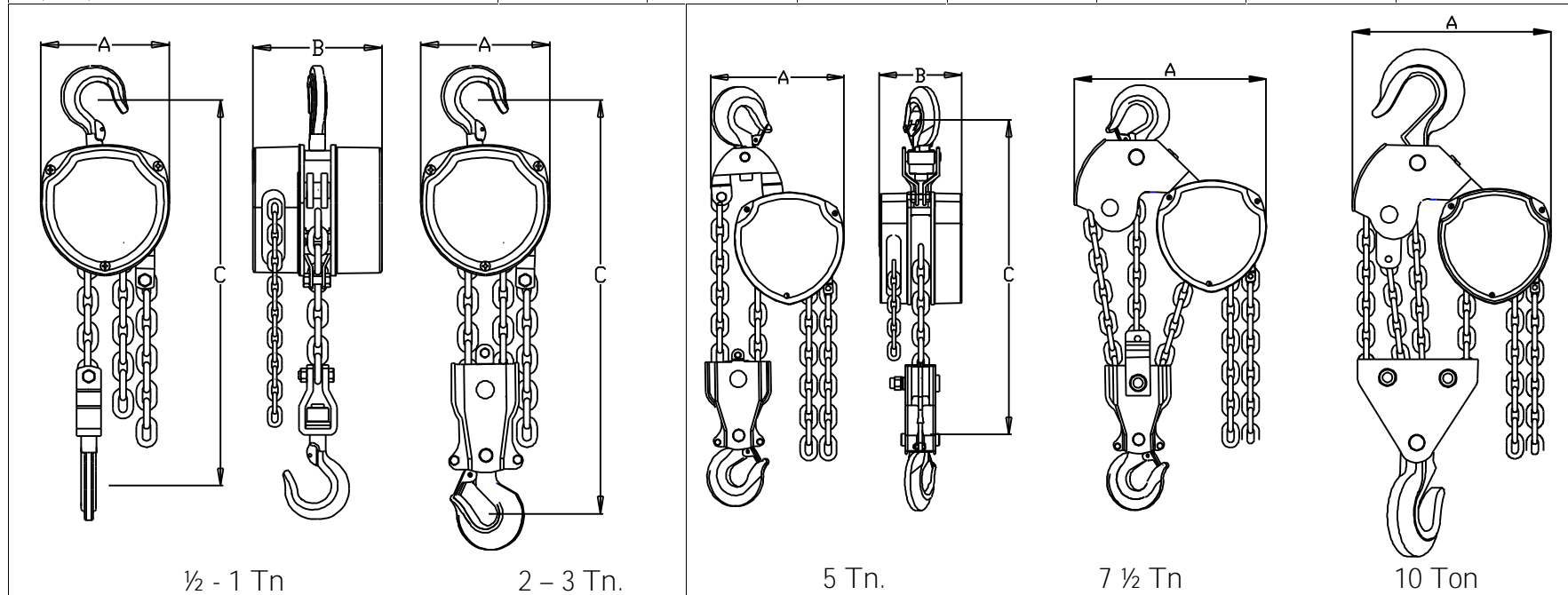
Pieza	Denominación
1	Tuerca perno superior
2	Arandelas perno superior
3	Tuerca perno inferior
4	Arandelas perno inferior
5	Perno rueda
6	Placa carro
7	Perno inferior
8	Perno superior
9	Rodamientos
10	Rueda
11	Ojal



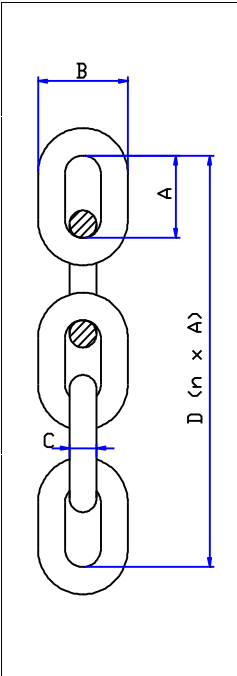
Perfil	Medidas (mm)		
	B	D	H
8	42	3,9	80
10	50	4,5	100
12	58	5,1	120
14	66	5,7	140
16	74	6,3	160
18	82	6,9	180
20	90	7,5	200
22	98	8,1	220
24	106	8,7	240
26	113	9,4	260
28	119	10,1	280
30	125	10,8	300
32	131	11,5	320
34	137	12,2	340
36	143	13	360
38	149	13,7	380
40	155	14,4	400

## Aparejo manual SUPER ½ a 10 Ton.

	½ Ton	1 Ton	2 Ton	3 Ton	5 Ton	7 ½ Ton	10 Ton
Prueba de funcionamiento (Kgs)	600	1200	2500	3600	6000	8500	11000
Peso c/3 mts. (Kgs)	9	10,6	14,5	28	42	70	82
Ramales	1	1	2	2	2	3	4
Ø Cadena (mm)	6	6	6	8	10	10	10
A (mm)	135	150	150	225	260	350	350
B (mm)	118	131	131	175	175	175	175
C (mm)	330	330	460	560	725	900	800

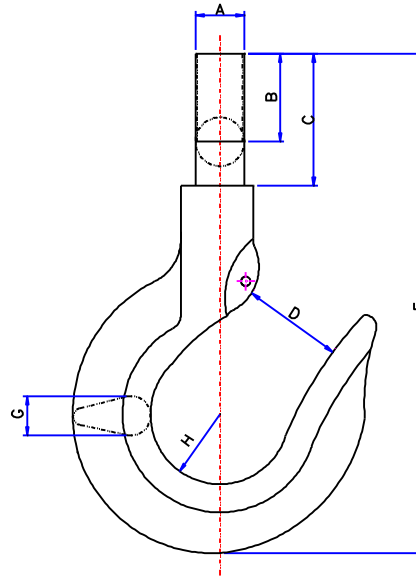


Medidas cadena



Medidas (mm)			Peso Kg/mts	Punto rotura KN <sup>1</sup>
A	B	C		
26	17	Ø5	0,94	-
18	20	Ø6	0,79	>45,4
24	26	Ø8	1,38	>80,6
30	33,5	Ø10	2,2	>126

Medidas gancho



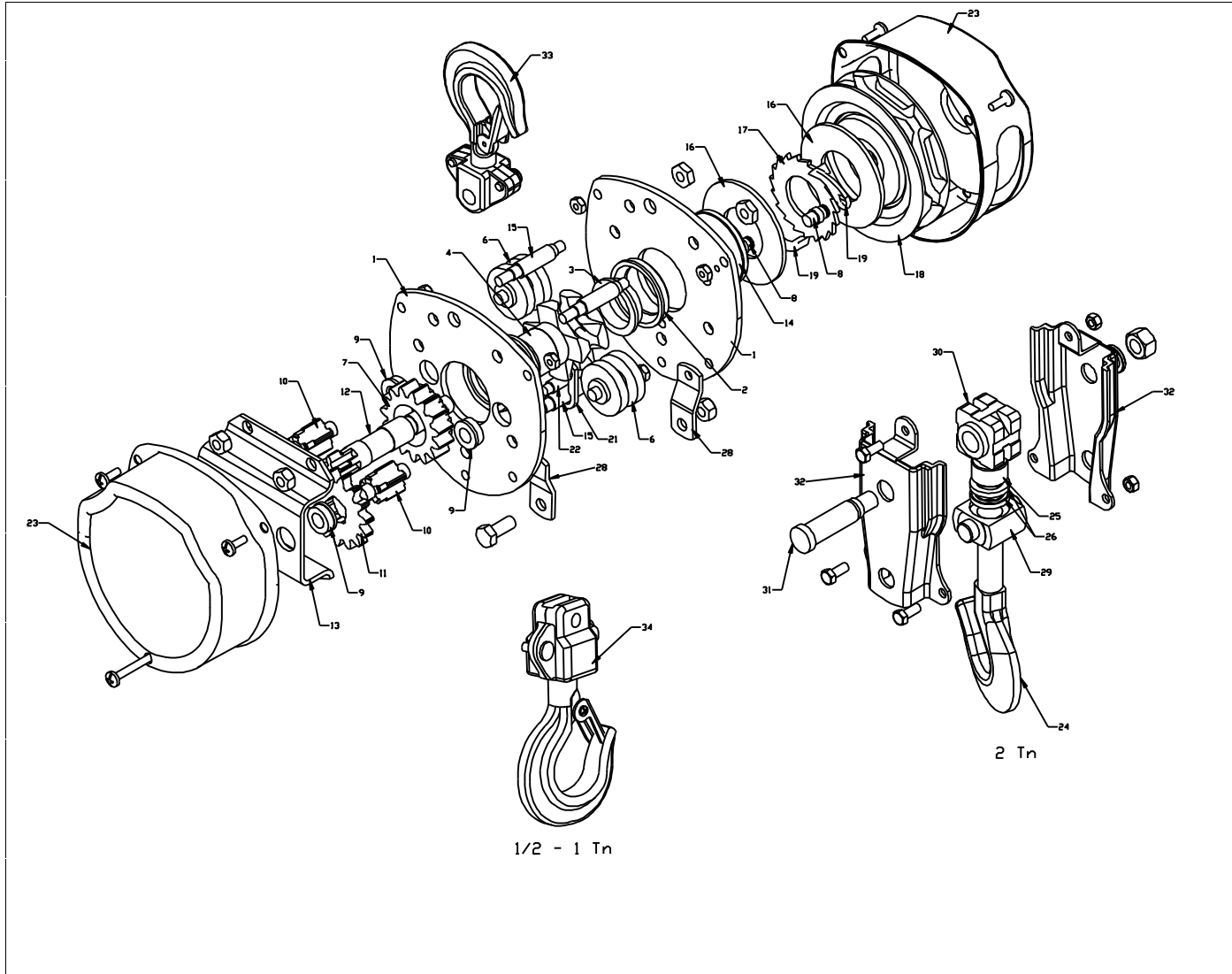
Capac.	Medidas (mm)						Peso Kgs
	A	B	C <sup>2</sup>	D	E <sup>3</sup>	G	
½ Tn	12,7	21	43 50	24	120 127	15,5	0,2
1 Tn	15,8	18	30 38	25	154 163	17,5	0,42
2 Tn	15,8	18	30 38	30	154 163	22	0,61
3 Tn	22	25	40 52	37	157 171	30	0,98
5 Tn	25	43,5	52 75	48	240 262	36	3,11
7 ½ Tn	34	55	70	50	260	40	5,5
10 Tn	34	55	70 85	65	323 343	51,5	8,1

<sup>1</sup> 1 Kn = 102 Kgs

<sup>2</sup> La 1º medida corresponde al gancho superior y la 2º al gancho inferior

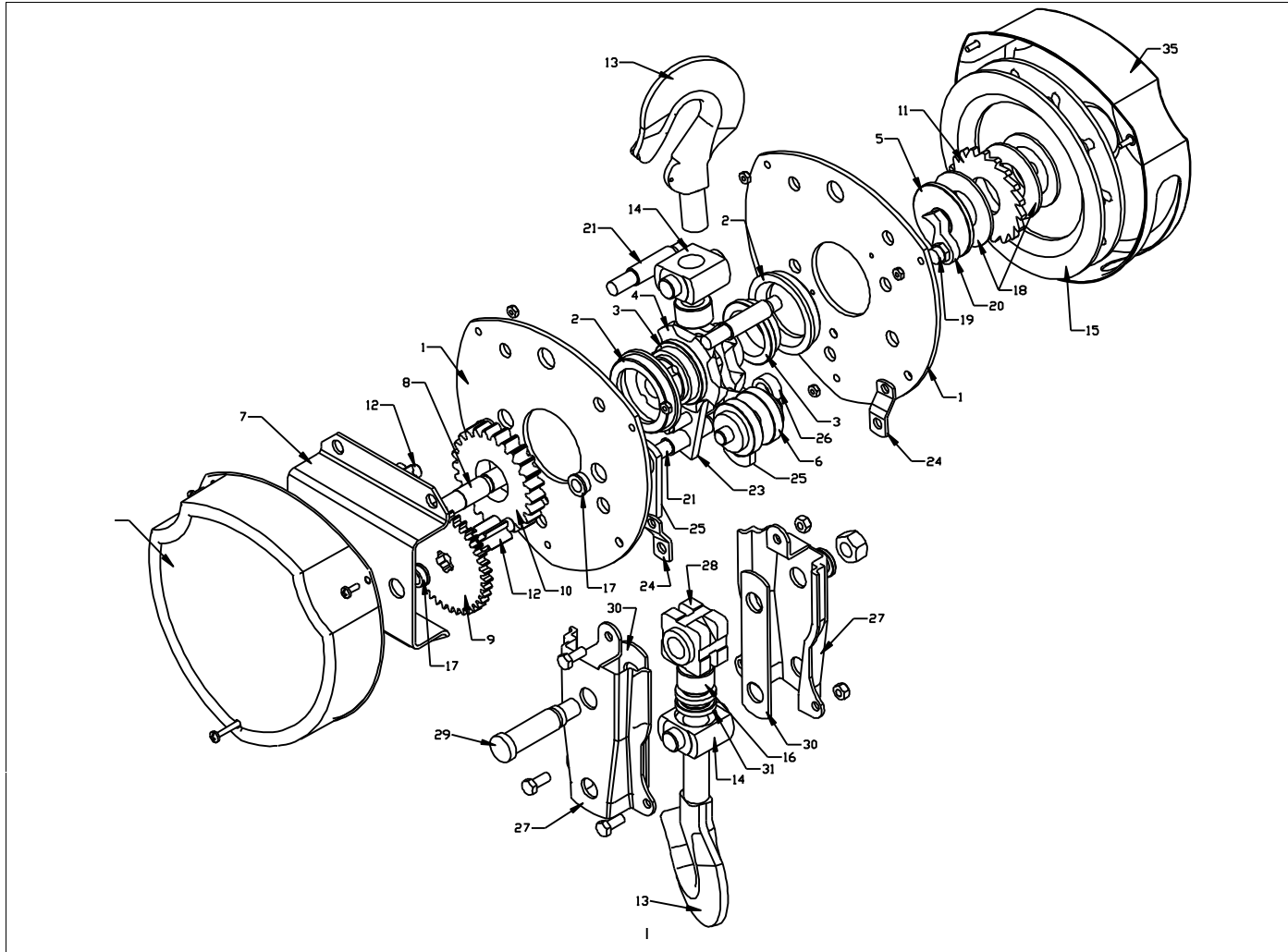
<sup>3</sup> Idem nota 1

Despiece Aparejo manual ½ - 1 - 2 Ton.



1	Cuerpo
2	Crapodina
3	Buje crapodina
4	Polea centro
5	Cuadrado gancho
6	Carretel
7	Engranaje grueso
8	Pico
9	Buje piñon
10	Piñon
11	Engranaje fino
12	Eje central
13	Cuadrado
14	Buje roscado
15	Separador caja
16	Fibra de freno
17	Criquet
18	Polea fina
19	Uña de freno
21	Sacacadena
22	Perno sacacadena
23	Tapa
24	Gancho inferior
25	Tuerca gancho
26	Crapodina gancho
27	Soporte gancho inferior
28	Soporte sobrante cadena
29	Cuadrado gancho
30	Polea reducción
31	Eje reducción
32	Lateral reducción
33	Gancho superior completo
34	Gancho inferior completo

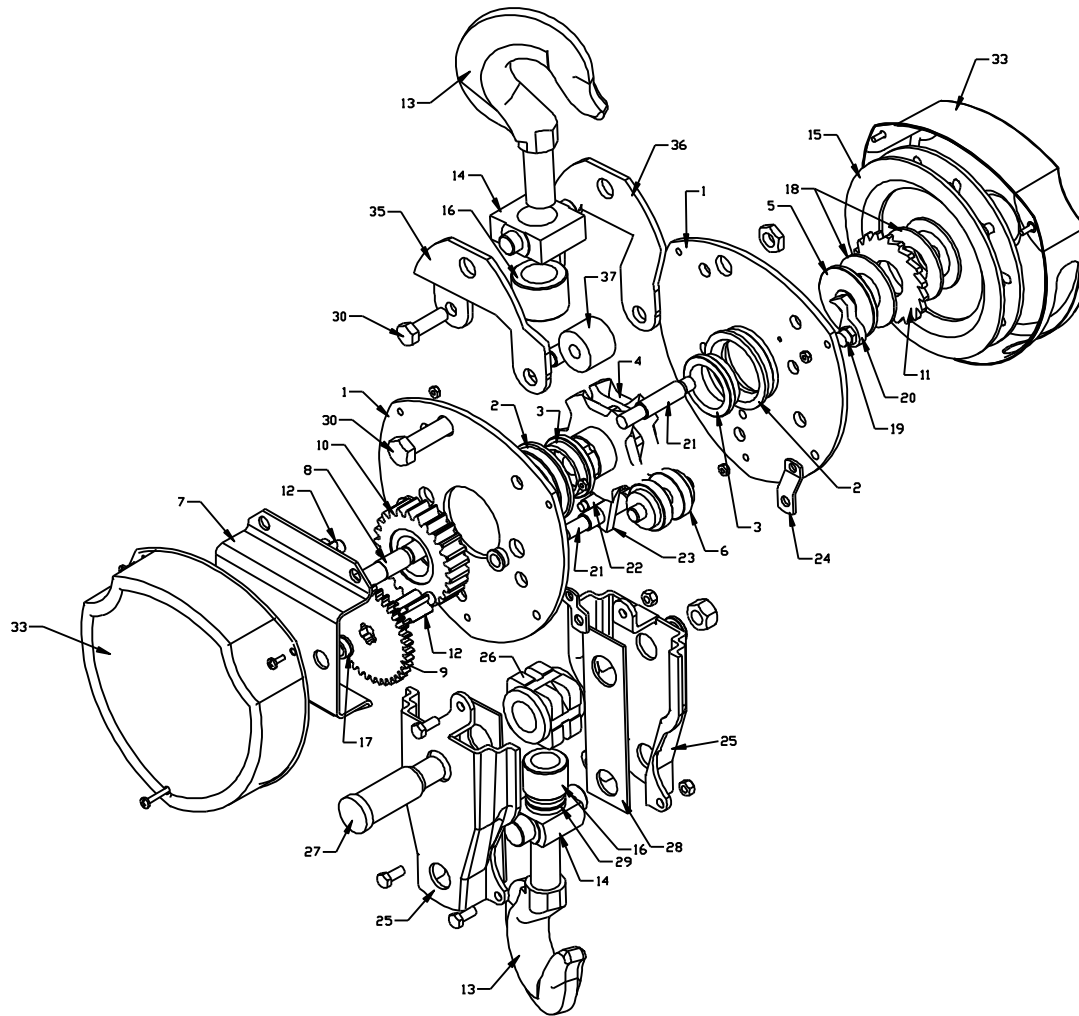
Despiece aparejo manual 3 Ton.



1	Cuerpo
2	Crapodina
3	Buje crapodina
4	Polea centro
5	Buje roscado
6	Carretel
7	Cuadrado
8	Eje central
9	Engranaje fino
10	Engranaje grueso
11	Criquet
12	Piñon
13	Gancho
14	Cuadrado gancho
15	Polea fina
16	Tuerca gancho
17	Buje piñon
18	Fibra de freno
19	Pico
20	Uña de freno
21	Separador caja
22	Perno sacacadena
23	Sacacadena
24	Soporte sobrante cadena
25	Colita
26	Separador colita
27	Lateral reducción
28	Polea reducción
29	Eje reducción
30	Refuerzo reducción
31	Crapodina gancho
35	Tapas

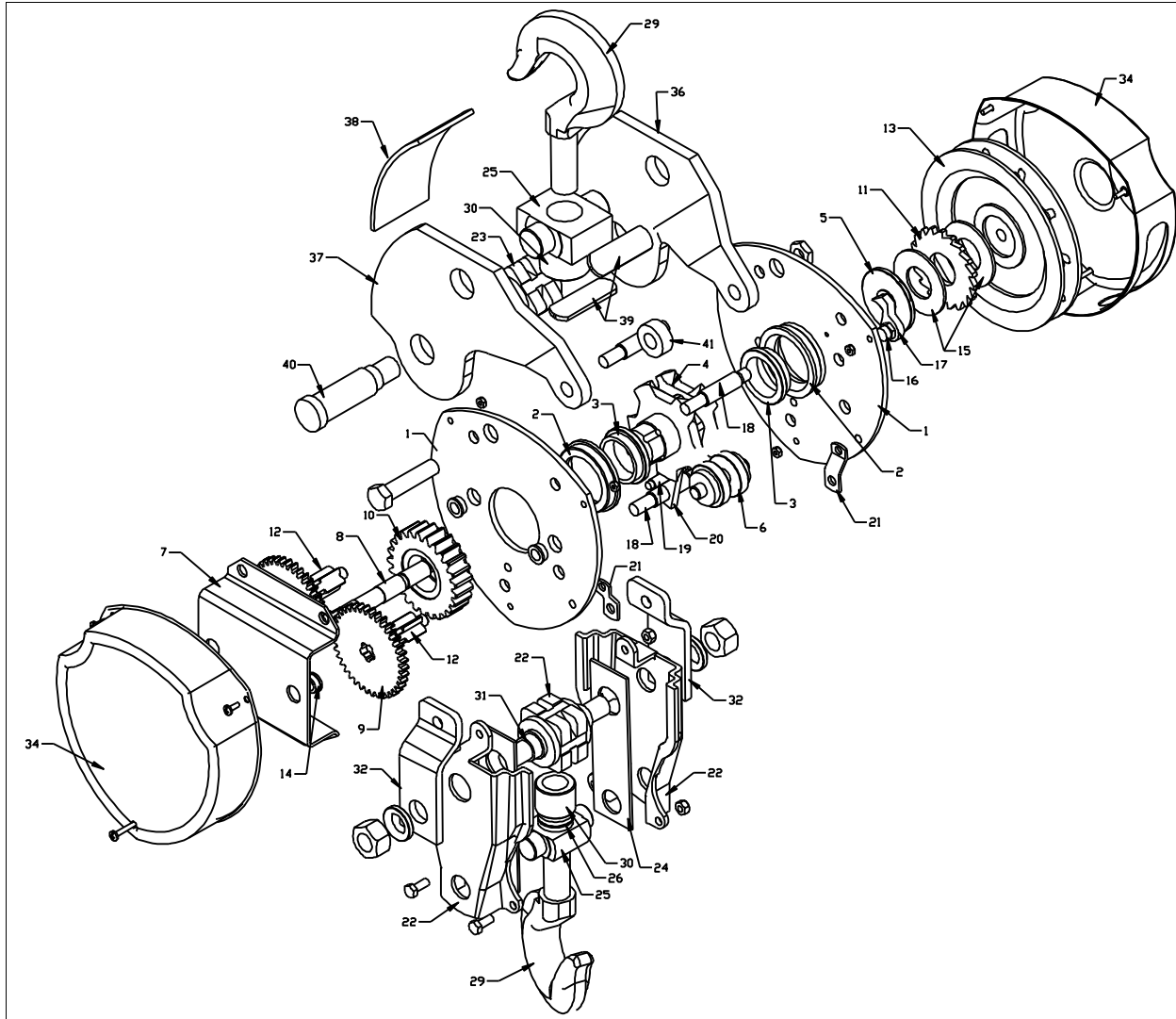


Despiece aparato manual 5 Ton.



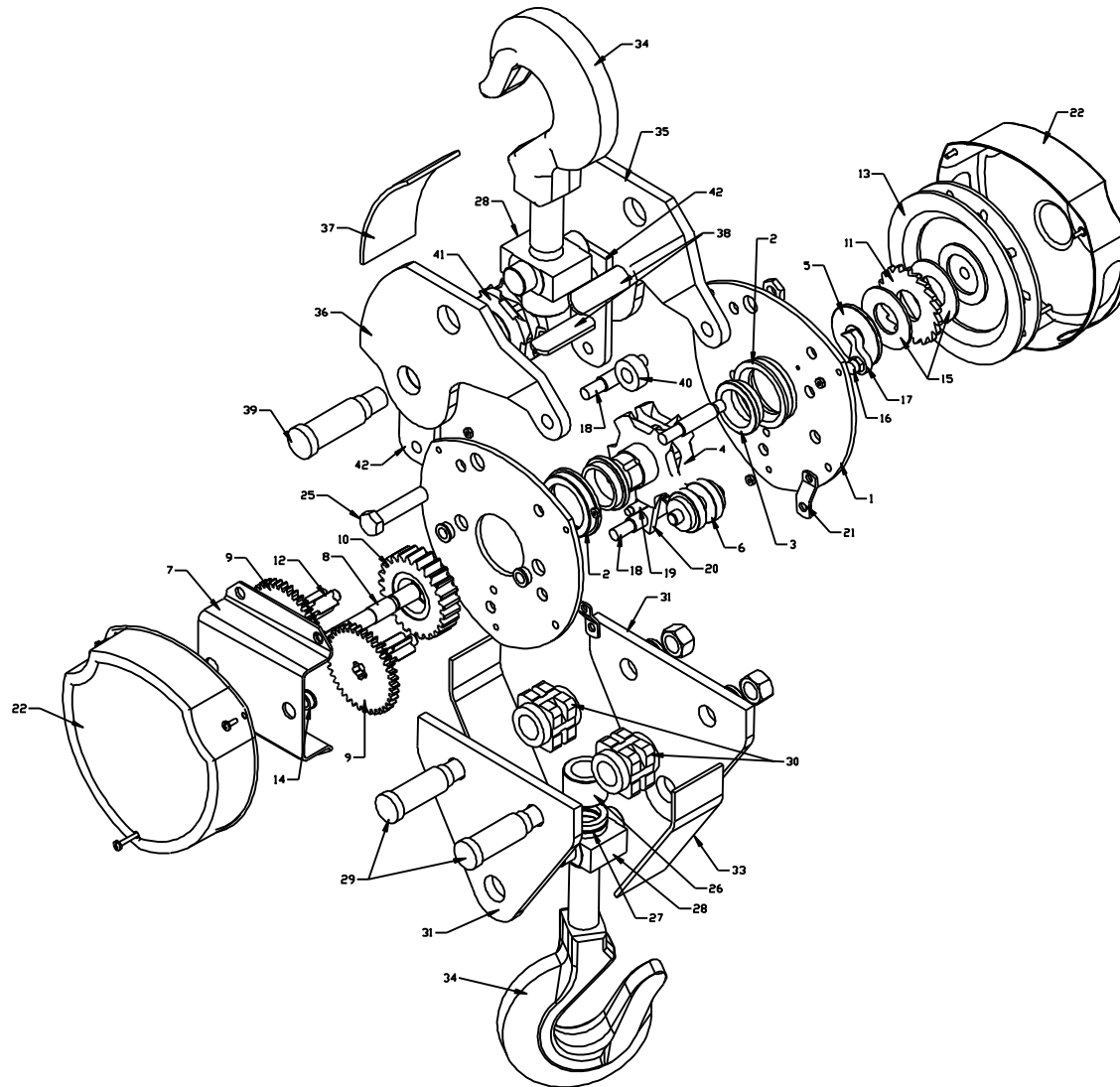
1	Cuerpo
2	Crapodina
3	Buje crapodina
4	Polea centro
5	Buje roscado
6	Carretel
7	Cuadrado
8	Eje central
9	Engranaje fino
10	Engranaje grueso
11	Crique
12	Piñon
13	Gancho
14	Cuadrado gancho
15	Polea fina
16	Tuerca gancho
17	Buje piñon
18	Fibra de freno
19	Pico
20	Uña de freno
21	Perno separador
22	Perno sacacadena
23	Sacacadena
24	Soporte sobrante cadena
25	Lateral reducción
26	Polea reducción
27	Eje reducción
28	Refuerzo reducción
29	Crapodina gancho
30	Bulón sujección
33	Tapas
35 - 36	Lateral soporte superior
37	Separador soporte superior

Despiece aparejo manual 7 ½ Ton.



1	Cuerpo
2	Crapodina
3	Buje crapodina
4	Polea centro
5	Buje roscado
6	Carretel
7	Cuadrado
8	Eje central
9	Engranaje fino
10	Engranaje grueso
11	Crique
12	Piñon
13	Polea fina
14	Buje piñon
15	Fibra freno
16	Pico
17	Uña de freno
18	Perno separador
19	Perno sacacadena
20	Sacacadena
21	Soporte sobrante cadena
22	Lateral reducción
23	Polea reducción
24	Refuerzo reducción
25	Cuadrado gancho
26	Crapodina gancho
29	Gancho
30	Tuerca gancho
31	Eje reducción inferior
32	Colita reducción
34	Tapas
36 - 37	Lateral reducción superior
38	Refuerzo reducción superior
39	Planchuela refuerzo reducción superior
40	Eje reducción superior

Despiece aparejo manual 10 Ton.



1	Cuerpo
2	Crapodina
3	Buje crapodina
4	Polea centro
5	Buje roscado
6	Carretel
7	Cuadrado
8	Eje central
9	Engranaje fino
10	Engranaje grueso
11	Criquet
12	Piñon
13	Polea fina
14	Buje piñon
15	Fibra freno
16	Pico
17	Uña de freno
18	Perno separador
19	Perno sacacadena
20	Sacacadena
21	Soporte sobrante cadena
22	Tapas
25	Bulón sujeta reducción superior
26	Tuerca gancho
27	Crapodina gancho
28	Cuadrado gancho
29	Eje reducción inferior
30	Polea reducción inferior
31	Lateral reducción inferior
33	Refuerzo reducción inferior
34	Ganchos
35 - 36	Lateral reducción superior
37	Refuerzo reducción superior
38	Planchuela refuerzo reducción superior
39	Eje reducción superior
40	Separador reducción superior
41	Polea reducción superior
42	Colita reducción superior



Calle 5 N° 2076 - (S2438AYP) FRONTERA (Santa Fe) -CC 4

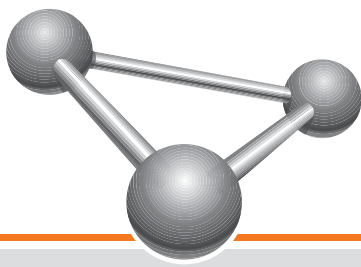
Tel./Fax: 54 - 3564 - 426086 - 429506 - 428820

E-mail: [ventas@ganmar.com.ar](mailto:ventas@ganmar.com.ar) - [ganmar@ganmar.com.ar](mailto:ganmar@ganmar.com.ar) - <http://www.ganmar.com.ar>

---

# **APÉNDICE J**

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA SISTEMA DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS**



## CP4® Penstock

**Sizes: 150x150mm to 1200x1200mm, sealing to 4 sides.**  
**For quadrangular or round openings, mounting with chemical anchor bolts.**

### Your First Choice for Regular Applications

Easy installation and superior corrosion resistance make CP4® your first choice for all wall-mounting applications.

The pre-tensioned sealing is tight even under low seating or unseating head conditions giving CP4® its outstanding sealing qualities.



front view



rear view

### Sealing Performance:

- Maximum static and dynamic pressure under seating head conditions  
- 0,6 bar up to 1200 x 1200 mm
- Maximum static pressure off-seating head conditions  
- 0,4 bar up to 800 x 800 mm  
- 0,3 bar up to 1200 x 1200 mm  
- CP4-X 0,6 bar up to 1200 x 1200 mm
- Less than 1% of permissible leakage rate in accordance with DIN 19569, part 4 under seating head conditions;
- Less than 5% of permissible leakage rate in accordance with DIN 19569, part 4 off-seating head conditions;
- Steady sealing performance irrespective of water level;
- Frame design avoids contusion of sealing.

### Installation Advantages:

- Compact design, one-unit delivery, ready to install;
- Quick & easy mounting with few chemical anchor bolts;
- Sealing between penstock and wall is readily affixed to penstock ex works;
- Quickly available on site as delivery ex-stock.

### Operation Advantages:

- Maintenance free;
- Self-cleaning stem nut.

### Corrosion Resistance:

Maximum corrosion resistance due to stainless steel material and ultimate surface treatment.

### Actuation:

With operating key, hand wheel, electric or pneumatic actuator and a wide range of extensions.

### Customisations:

Rectangular sizes available (in steps of 100mm).

### Accessories:

- Actuation Package 1-8;
- MOBITORQ Mobile Actuator;
- Operating Key.

### Areas of Application:

- Sewage treatment plants;
- Rain storage reservoir.

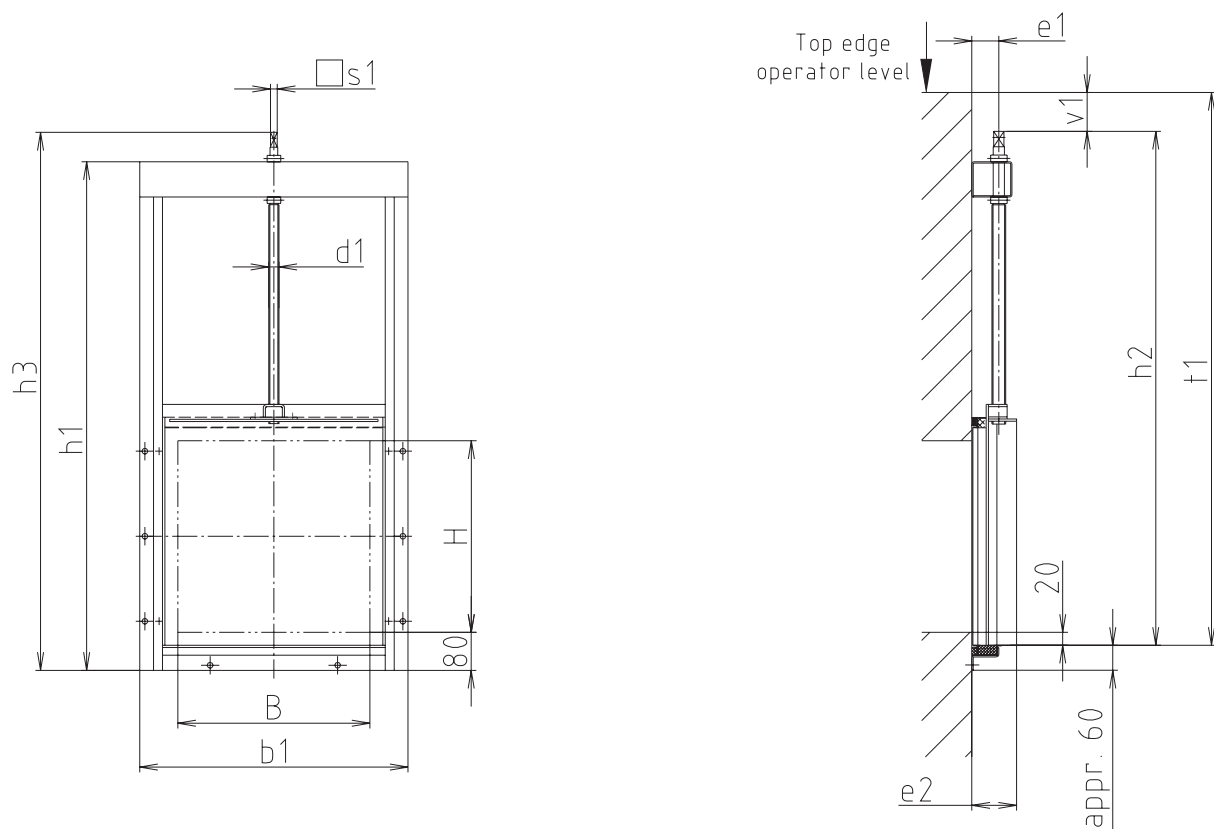
### Materials:

Frame:	Stainless steel 304 or 316Ti
Sliding Plate:	Stainless steel 304 or 316Ti
Sealing:	EPDM, wastewater resistant or NBR
Stem:	Stainless steel 304 or 316Ti
Stem Nut:	GC-CuSn12, bronze, seawater resistant
Chemical Anchor Bolts:	Stainless steel 316Ti

Different materials on request



# Dimension chart for CP4<sup>®</sup> Penstock (size 150x150mm to 1200x1200mm)



dimensions in mm

BxH	150x150	200x200	250x250	300x300	400x400	500x500	600x600	700x700	800x800	900x900	1000x1000	1200x1200
b1	315	365	415	465	565	665	765	865	965	1065	1165	1365
e1	54	54	54	54	54	54	54	54	54	60	60	60
e2 (appr.)	ca.80	ca.80	ca.80	ca.80	ca.88	ca.88	ca.88	ca.89	ca.89	ca.109	ca.109	ca.109
h1	590	690	790	890	1090	1290	1510	1710	1910	2130	2330	2730
h2	580	680	780	880	1080	1280	1500	1700	1900	2141	2341	2741
h3	660	760	860	960	1160	1360	1580	1780	1980	2221	2421	2821
s1	□16	□16	□16	□16	□16	□16	□16	□16	□16	□26	□26	□26
t1 min.	685	785	885	985	1185	1385	1605	1805	2005	2256	2456	2856
v1 min.	105	105	105	105	105	105	105	105	105	115	115	115
Drill Holes	2xØ13	2xØ13	3xØ13	5xØ13	8xØ13	10xØ13	13xØ13	15xØ13	16xØ13	18xØ13	19xØ13	22xØ13
Rev./Stroke (appr.)	38	48	58	68	88	108	128	148	168	188	208	248

anchors M10x130

t1= minimum mounting depth (gate bottom to operator level)

Bigger dimensions and rectangular designs available on request.

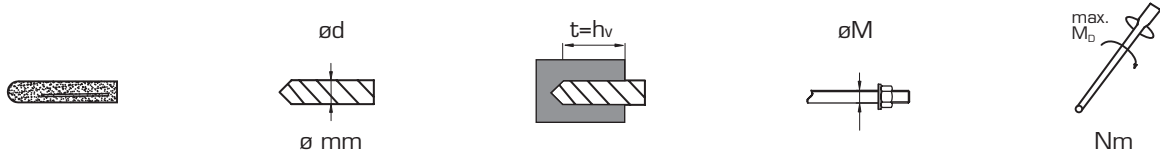
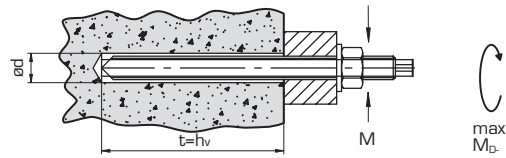
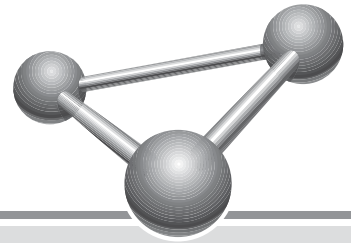


**BÜSCH Technology  
GmbH & Co. KG**

Findelwiesenstr. 15  
D-90478 Nürnberg, GERMANY

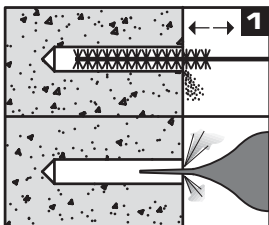
Phone: +49-911-46254-0  
Fax: +49-911-46254-70  
info@buesch.com

[www.buesch.com](http://www.buesch.com)

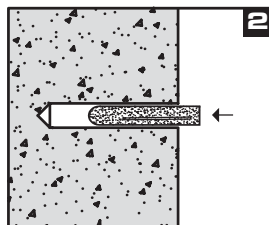


	$\varnothing d$ mm	$t=h_v$ mm	$\varnothing M$	max. $M_D$ Nm
M 8	10	85	M 8	10
M10	12	95	M10	20
M12	14	115	M12	40
M16	18	130	M16	80
M20	24	175	M20	150
M24	28	215	M24	200
M30	35	280	M30	300

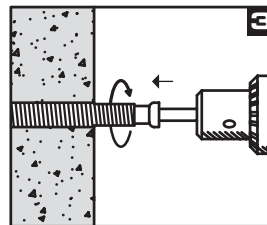
## Verbundanker setzen How do place chemical dowels



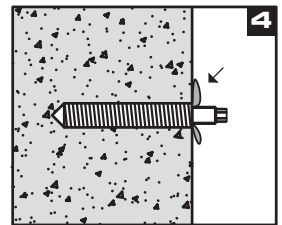
Bohrloch mit Bürste säubern  
Bohrlochstaub ausblasen  
Clean drill hole with brush  
Blow out any dust from drill hole



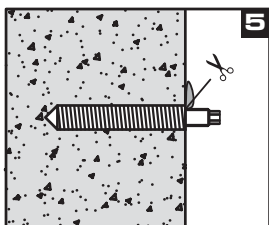
Patrone einsetzen  
Insert cartridge



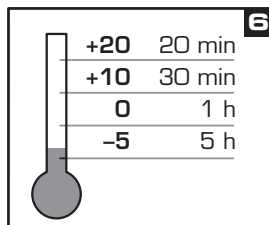
Patrone verrühren  
Stir cartridge



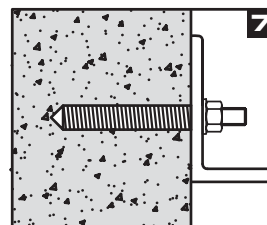
Kleber quillt heraus!  
Adhesive creeps out!



Achtung! Herausgequollenen  
Kleber entfernen  
Caution! Remove excess  
adhesive on front



Aushärtezeit beachten  
Observe curing time



Teil montieren  
Anzugsmoment beachten  
Install parts, pay attention  
to torque

### Vor Belastung sind die Aushärtezeiten einzuhalten.

In feuchtem Verankerungsgrund sind die Aushärtezeiten zu verdoppeln!

### Adhere to curing time before installation.

If anchoring base is wet, curing time must be doubled!





# LEAK TIGHTNESS STANDARDS

## Waste water standard DIN 19569 Part 4

### Allowable leakage rate

according table 1, class 4 for penstocks:

Maximum allowable leakage rate =  $0,02 - 0,05 \frac{1}{ms}$  : 72 to 180 litre per hour per meter sealing line.

Example DN1200:

max.  $180 \times 3,770 \text{ m} = 678,6 \frac{1}{h}$



Off-seating head conditions  $1357 \frac{1}{h}$  allowable!

## Drinking water standard EN DIN 12266-2

Table A.5, leakage rate C for SAFOX  $\geq 6\text{m}$  WC leak proof

Leak proof

$$= 0,03 \times \text{DN mm}^3 / \text{second} = 0,000108 \times \text{DN} \frac{1}{h}$$

Example DN1200:

$$\text{max. } (1200 \times 0,000108) = 0,1296 \frac{1}{h}$$



**~4 jiggers/hour**





# SAFOX/CP4 & XL4

## Table chemical dowels

SAFOX Standard						
Nominal size	thread diameter	drill diameter	drill depth	length anchor rod	minimum wall thickness	torque
<b>150 - 800</b>	M12	14 mm	115 mm	160 mm	140 mm	40 Nm
<b>900 - 1200</b>	M20	24 mm	175 mm	260 mm	220 mm	150 Nm
<b>1400 - 1600</b>	M24	28 mm	215 mm	290 mm	270 mm	200 Nm
<b>1800 - 2200</b>	M30	35 mm	280 mm	380 mm	340 mm	300 Nm

SAFOX-Q						
Dimension	thread diameter	drill diameter	drill depth	length anchor rod	minimum wall thickness	torque
<b>200x 200 - 600x 600</b>	M12	14 mm	115 mm	160 mm	140 mm	40 Nm
<b>700x 700 - 1200x1200</b>	M20	24 mm	175 mm	260 mm	220 mm	150 Nm
<b>1400x1400 - 1600x1600</b>	M24	28 mm	215 mm	290 mm	270 mm	200 Nm
<b>1800x1800 - 2000x2000</b>	M30	35 mm	280 mm	380 mm	340 mm	300 Nm

CP4						
Dimension	thread diameter	drill diameter	drill depth	length anchor rod	minimum wall thickness	torque
<b>200x200 - 1600x1600</b>	M10	12 mm	95 mm	130 mm	120 mm	20 Nm

XL4						
Dimension	thread diameter	drill diameter	drill depth	length anchor rod	minimum wall thickness	torque
<b>1200x1200 - 3000x3000</b>						
<b>anchorage on bottom sealing line and top frame</b>	M12	14 mm	115 mm	160 mm	140 mm	40 Nm
<b>anchorage on the side</b>	M20	24 mm	175 mm	260 mm	220 mm	150 Nm
<b>anchorage of the upper sealing line</b>	M8	14 mm	95 mm	90 mm	120 mm	10 Nm



SAFOX Standard



SAFOX-Q



CP4



XL4



**Proyecto: ESTACIÓN DE BOMBEO**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>ITEM:</b>	<b>COMPUERTA DE ACERO INOXIDABLE</b>
Norma de Fabricación	ANSI/AWWA C513 (Open Channel, fabricated-metal Slide Gates).
Material del marco y planchas de revestimiento de la compuerta móvil	Acero inoxidable ASTM A 276 TIPO 304 o 316.
Marco empotrado, para soporte y guía	Acero inoxidable ASTM A 276 TIPO 304 o 316.
Eje de izamieto de la compuerta y acoples	Acero inoxidable ASTM A 276 TIPO 304 o 316.
Cuñas, tuercas de presión y del mecanismo de izaje	Acero Inoxidable ASTM A 593.
Guías de deslizamiento y asientos	Polietileno de ultra alta densidad ASTM D 4020.
Sellos	Polietileno de ultra alta densidad ASTM D 4020; Neopreno ASTM D 2000.
Pernos y tuercas de anclaje	Acero Inoxidable ASTM A 593.
Pedestales, volantes, caja de engranjes	Hierro fundido ASTM A 136.
<b>Pruebas en sitio luego del montaje</b>	
Las pruebas consisten en determinar la maniobrabilidad y hermeticidad de las compuertas.	
La prueba de maniobrabilidad consiste en levantar y descender la compuerta verificando que la operación se realice con suavidad y sin presentar atascamientos.	
La prueba de hermeticidad se efectuará una vez que la compuerta esté en operación o con un llenado provisional de agua para el efecto. El caudal máximo de paso no excederá de 0.1 gpm por cada pie de perímetro mojado de la compuerta.	

**Proyecto: ESTACIÓN DE BOMBEO**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>ITEM:</b>	<b>UNIONES MECÁNICAS</b>
Norma de Fabricación	ANSI/AWWA C219 (Bolted, sleeve-type couplings for plain-end pipe).
Anillo Central	Acero ASTM A 283 Grado C o Hierro fundido ASTM S 536.
Anillos laterales	Acero ASTM A 576 Grado 1020 o Hierro fundido ASTM A 536.
Empaques de caucho	Dureza Shore: 75 +/- 5.
	Resistencia mínima a Tracción 9 Mpa.
	Porcentaje de alargamiento mínimo: 150 %.
Pernos y tuercas	Acero ASTM A 307 Grado A.
Presión nominal de trabajo	100 mca (PN 10 o ANSI 125).
<b>Pruebas en sitio luego del montaje</b>	

**Proyecto: ESTACIÓN DE BOMBEO**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>ITEM:</b>	<b>ACCESORIOS DE ACERO</b>
Norma de Fabricación	Los accesorios serán conformados mediante el corte y soldadura de tramos de tubería de acero que cumplirán con las respectivas especificaciones. Las dimensiones de los accesorios cumplirán con lo establecido en la norma ANSI/AWWA C 208 (Dimensions for fabricated steel water pipe fittings).
Tipo de acero	Acero al carbono ASTM A 36( Tensión de fluencia 3600 psi).
Protección externa	Galvanizado en caliente 70 micras, más pintura epóxica 400 micras según normas ANSI /AWWA C 210 (Liquid Epoxi coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines).
Protección interna	Galvanizado en caliente 70 micras.
Aplicación de pintura	Mediante soplete el recubrimiento externo (cuatro a cinco manos de pintura).
<b>Pruebas en sitio luego del montaje</b>	

**Proyecto: ESTACIÓN DE BOMBEO**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>ITEM:</b>	<b>TUBERÍA DE ACERO</b>
Norma de Fabricación	ANSI/AWWA C200 (Steel water pipe).
Tipo de acero	Acero al carbono ASTM A 36( Tensión de fluencia 3600 psi).
Protección externa	Galvanizado en caliente 70 micras, más pintura epóxica 400 micras según normas ANSI /AWWA C 210 (Liquid Epoxi coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines).
Protección interna	Galvanizado en caliente 70 micras.
Aplicación de pintura	Mediante soplete el recubrimiento externo (cuatro a cinco manos de pintura).
Limpieza de tubería	Cepillos de acero, chorros de arena y/o líquidos antioxidantes.
<b>Pruebas en sitio luego del montaje</b>	

**Proyecto: ESTACIÓN DE BOMBEO**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>ITEM:</b>	<b>BRIDAS DE ACERO</b>
Norma de Fabricación	ANSI-AWWA C207 (Steel Pipe Flanges for Waterworks Service).
Tipo de acero	Acero al carbono ASTM A 36( Tensión de fluencia 3600 psi).
Protección	Galvanizado en caliente 70 micras, más pintura epóxica 400 micras según normas ANSI /AWWA C 210 (Liquid Epoxi coating systems for the interior and exterior of steel water pipelines).
Unión a extremos lisos de tubería	Mediante soldadura de arco, cumpliendo las normas ASME o ANSI-AWWA C206 (Field welding of steel water pipe)
Aplicación de pintura	Mediante soplete el recubrimiento externo (cuatro a cinco manos de pintura).
Limpieza	Cepillos de acero, chorros de arena y/o líquidos antioxidantes.
<b>Pruebas en sitio luego del montaje</b>	

**Proyecto: ESTACIÓN DE BOMBEO**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>ITEM:</b>	<b>Válvulas de compuerta</b>
Norma de fabricación	Variable según su origen.
Pernos y tuercas	Acero ASTM A307 Grado A, galvanizado según ASTM A153).
Empaques	Buna N según ASTM D2000 Dureza Shore: 75 +/- 5 Resistencia mínima a tracción: 9 Mpa Porcentaje de alargamiento mínimo: 150%.
Norma de fabricación	Variable según su origen.
Material del cuerpo	Hierro dúctil.
Material de la compuerta	Acero inoxidable.
Anillos laterales y asientos	EPDM / Buna N.
Extremos bridados	Según ANSI B16.1.
Presión nominal de trabajo	100mca (PN10 o Clase ANSI 125).
<b>Pruebas en sitio luego del montaje</b>	



**Proyecto: ESTACIÓN DE BOMBEO**

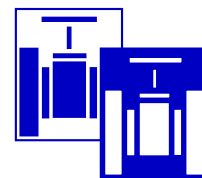
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>ITEM:</b>	<b>Juegos de pernos, tuercas y empaques para juntas bridadas</b>
ESPECIFICACIONES	Variable según su origen.
Pernos y tuercas	Acero ASTM A307 Grado A (Galvanizado según ASTM A153)
Empaques	Buna N según ASTM D2000 Dureza Shore: 75 +/- 5 Resistencia mínima a tracción: 9 Mpa Porcentaje de alargamiento mínimo: 150%.
<b>Pruebas en sitio luego del montaje</b>	

**Proyecto: ESTACIÓN DE BOMBEO**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>ITEM:</b>	<b>Válvulas check</b>
Norma de fabricación	Variable según su origen.
Modelo	Clapeta giratoria.
Angulo del asiento en posición cerrada	45 GRADOS.
Angulo máximo de rotación de la clapeta	45 GRADOS.
Eje de rotación de la claveta	En el extremo de la misma, fuera del área de paso del fluido.
Material del cuerpo y cubierta	Hierro fundido ASTM A126 Clase B.
Material de la claveta	Placa de acero íntegramente recubierta con Caucho Buna N.
Extremos bridados	Según ANSI B16.1.
Presión nominal de trabajo	100mca (PN10 o Clase ANSI 125).
<b>Pruebas en sitio luego del montaje</b>	

**Proyecto: ESTACIÓN DE BOMBEO**

<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>	
<b>ITEM:</b>	<b>Polipasto de 500 Kg</b>
Tipo	Polipasto manual a cadena.
Capacidad de elevamiento	500 Kg.
Altura de izaje	6 metros.
Cadena de elevación	Acero inoxidable.
<b>Pruebas en sitio luego del montaje</b>	



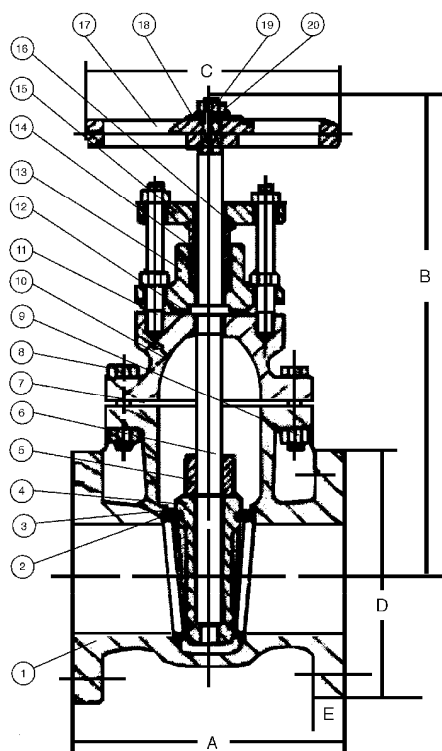
# VALVULA COMPUERTA ANSI

## CLASE 125 Y 250

- DESDE 2" A 24"
- CLASE: 125 Y 250
- CUERPO EN FIERRO FUNDIDO, ASIENTOS EN BRONCE O ELASTOMÉRICOS
- VÁSTAGO FIJO
- ORIGEN: CANADÁ, JAPÓN, MÉXICO, USA

Size		
Class	From	To
125	2"	12"
250	2"	12"

Standards	
Design	MSS SP-70
Face to Face	ANSI B16.10
Flange Ends	ANSI B16.1



### NON-RISING STEM, SOLID WEDGE DISC, BOLTED BONNET, FLANGE END

N°	Part Name	Material
1	Body	Cast Iron A126 Class B
2	Seat Ring	Cast Bronze ASTM B62
3	Wedge Ring	Cast Bronze ASTM B62
4	Wedge	Cast Iron A126 Class B
5	Wedge Nut	Cast Bronze ASTM B62
6	Stem	Brass ASTM B16
7	Body Gasket	Graphite
8	Bonnet Bolt	ASTM A307-B
9	Bonnet Nut	ASTM A307-B
10	Bonnet	Cast Iron A126 Class B
11	Gland Bolt	ASTM A307-B
12	Stuffing Box Gasket	Graphite
13	Stuffing Box	Cast Iron A126 Class B
14	Packing	Graphite
15	Gland Follower	Ductile Iron A536
16	Packing Gland	Cast Brass ASTM B584
17	Handwheel	Cast Iron A126 Class B
18	Nameplate	Aluminum
19	Washer	ASTM A307-B
20	Handwheel Nut	ASTM A307-B

#### DIMENSIONES (mm)

##### CLASE 125

Size	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
	50	65	80	100	125	150	200	250	300
A (length)	177.8	190	203.2	228.6	254	266.7	292.1	330.2	355.6
B (open height)	280	318	333	387	453	502	635	735	875
C (handwheel width)	178	178	200	254	300	300	348	400	457
D (flange diameter)	152	178	190	228.6	254	279.4	343	406	483
E (flange thickness)	15.9	17.5	19	23.8	23.8	25.4	28.6	30.2	31.8

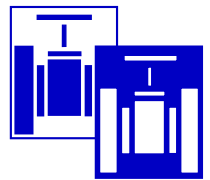
##### CLASE 250

Size	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
	50	65	80	100	125	150	200	250	300
A (length)	215.9	241.3	282.5	304.8	381	403.2	419.1	457.2	501.7
B (open height)	279	337	375	445	548	584	781	914	1010
C (handwheel width)	175	200	254	300	300	348	432	508	508
D (flange diameter)	165	191	210	254	279	318	381	445	521
E (flange thickness)	22.2	25.4	28.6	31.8	34.9	36.5	41.3	47.6	50.8

B-1

# VALVULA COMPUERTA ANSI

## CLASE 125 Y 250

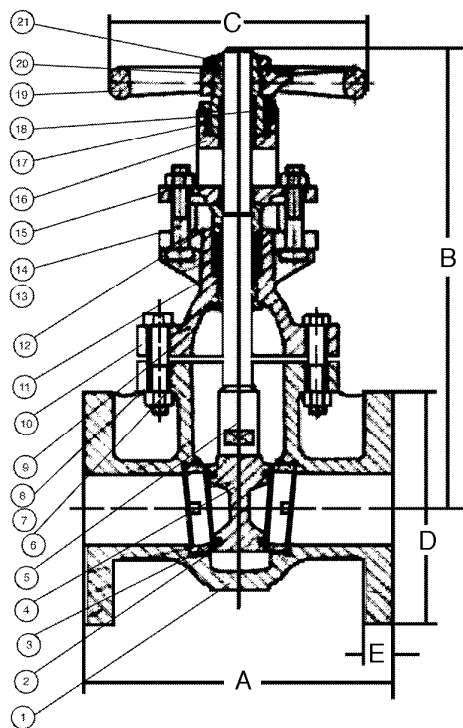


- DESDE 2" A 24"
- CLASE: 125 Y 250
- CUERPO EN FIERRO FUNDIDO, ASIENTOS EN BRONCE O ELASTOMÉRICOS
- VÁSTAGO DESPLAZABLE
- ORIGEN: CANADÁ, JAPÓN, MÉXICO, USA

Size		
Class	From	To
125	2"	12"
250	2"	12"

Standards	
Design	MSS SP-70
Face to Face	ANSI B16.10
Flange Ends	ANSI B16.1

### OS&Y, RISING STEM, SOLID WEDGE DISC, BOLTED BONNET,



N°	Part Name	Material
1	Body	Cast Iron A126 Class B
2	Seat Ring	Cast Bronze ASTM B62
3	Wedge Ring	Cast Bronze ASTM B62
4	Wedge	Cast Iron A126 Class B
5	Stem	Brass ASTM B16
6	Gasket	Graphite
7	Bonnet Bolt	ASTM A307-B
8	Bonnet Nut	ASTM A307-B
9	Bonnet	Cast Iron A126 Class B
10	Backseat	Cast Brass ASTM B584
11	Stem Packing	Graphite
12	Gland	Cast Brass ASTM B584
13	Gland Bolt	ASTM A307-B
14	Gland Nut	ASTM A307-B
15	Gland Follower	Ductile Iron A536
16	Yoke Bushing	Cast Bronze ASTM B62
17	Yoke Bushing Nut	Cast Iron A126 Class B
18	Screw	ASTM A307-B
19	Handwheel	Cast Iron A126 Class B
20	Nameplate	Aluminum
21	Handwheel Nut	Ductile Iron A536

#### DIMENSIONES (mm)

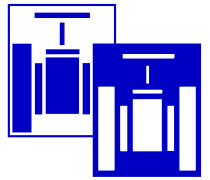
##### CLASE 125

Size	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
	50	65	80	100	125	150	200	250	300
A (length)	177.8	190	203.2	228.6	254	266.7	292.1	330.2	355.6
B (open height)	349	391	454	562	660	781	930	1184	1391
C (handwheel width)	178	178	200	254	300	300	348	400	457
D (flange diameter)	152	178	190	228.6	254	279.4	343	406	483
E (flange thickness)	15.9	17.5	19	23.8	23.8	25.4	28.6	30.2	31.8

##### CLASE 250

Size	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
	50	65	80	100	125	150	200	250	300
A (length)	215.9	241.3	282.5	304.8	381	403.2	419.1	457.2	501.7
B (open height)	407	457	510	680	790	857	1150	1372	1378
C (handwheel width)	175	200	254	300	300	348	432	508	508
D (flange diameter)	165	191	210	254	279	318	381	445	521
E (flange thickness)	22.2	25.4	28.6	31.8	34.9	36.5	41.3	47.6	50.8

# VALVULA RETENCION ANSI CLASE 125 (SWING CHECK)

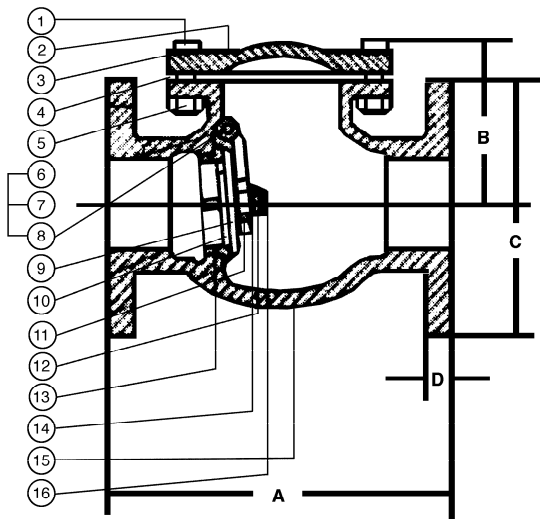


- DESDE 2" A 24"
- CLASE: 125
- CUERPO EN FIERRO FUNDIDO, ASIENTOS EN BRONCE
- ORIGEN: CANADÁ, JAPÓN, MÉXICO, USA

Size		
Class	From	To
125	2"	12"

Standards	
Desing	MSS SP-71
Face to Face	ANSI B16.10
Flange Ends	ANSI B16.1

## SWING DISC TYPE, BOLTED CAP, FLANGE END



N°	Part Name	Material
1	Bolt	ASTM A307-B
2	Nameplate	Aluminum
3	Cap	Cast Iron A126 Class B
4	Body Gasket	Graphite
5	Nut	ASTM A307-B
6	Side Plug	Brass ASTM B16
7	Gasket	Fiber
8	Hanger Pin	Brass ASTM B16
9	Hanger	Ductile Iron A536
10	Disc	Cast Iron A126 Class B
10	Disc Ring	Cast Bronze ASTM B62
11	Washer	ASTM A307-B
12	Split Pin	Stainless Steel
13	Seat Ring	Cast Bronze ASTM B62
14	Disc Nut	ASTM A307-B
15	Body	Cast Iron A126 Class B
16	Stud Bolt	ASTM A307-B

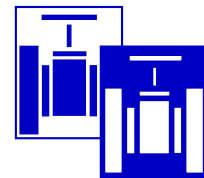
### DIMENSIONES (mm)

#### CLASE 125

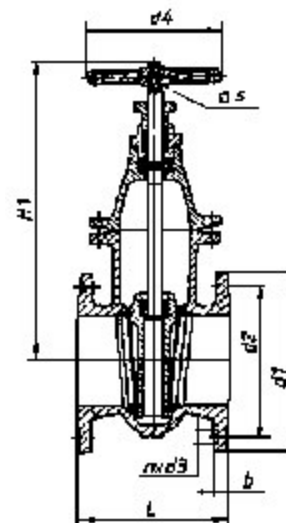
Size	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
	50	65	80	100	125	150	200	250	300
A (length)	203.2	215.9	241.3	292.1	330.2	355.6	495.3	622.3	698.5
B (height)	113	113	142	163	197	212	257	299	331
C (flange diameter)	152	178	190	228.6	254	279.4	343	406	483
D (flange thickness)	15.9	17.5	19	23.8	23.8	25.4	28.6	30.2	31.8

B-3

# VALVULA COMPUERTA (NORMA DIN)



- DESDE 2" A 20"
- PN4, PN6 Y PN 10
- CUERPO EN FIERRO FUNDIDO (GG25)
- AJUSTES EN BRONCE
- VASTAGO FIJO
- CONEXIÓN FLANGES (DIN)
- ORIGEN: ALEMANIA, ITALIA, RUMANIA



CONSTRUCTION: -acc. to DIN 3352, excepting DN 700/1200.

MATERIALS:

-body, bonnet, wedge, handwheel -grey cast iron 250 SR ISO 185  
 -stem -min. 11.5% Cr STAS 3583

-GG25DIN 1691  
 -(X20Cr13) DIN 17440

SEALING TYPE:

-body -wedge: -Fc/Fc - all cast iron;  
 -Ac/Ac - all copper alloy;  
 -lx/lx - all stainless steel.

MAX. WORKING TEMPERATURE

-80°C - for rubber (NBR type) sealing  
 -120°C - for rubber (EPDM type) sealing  
 -150°C - for klingerite/graphited asbestos or non asbestos cord sealing.

SEALING

-body -bonnet: -asbestos or non-asbestos flat gasket  
 -rubber

PACKING

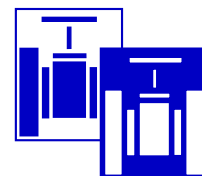
-asbestos or non-asbestos cord  
 -rubber rings

## Dimensión de Válvulas (mm)

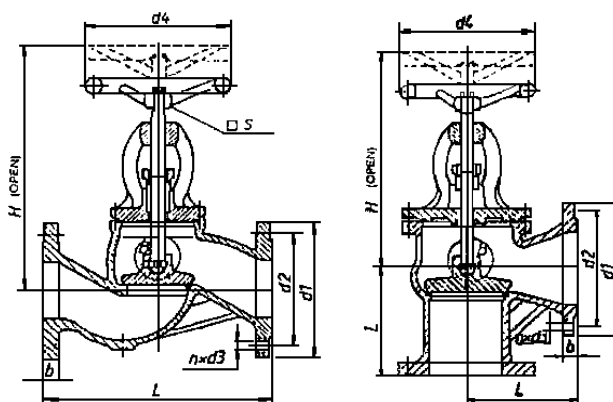
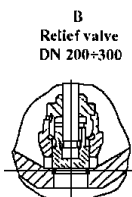
PN	DN	L		Connecting flanges PN10 DIN2532				d4/s	Weight (Kg)	Power loss factor
		DIN3202	H1	d1	d2	nxd3	b			
	40	140	255	150	110		18		14	
	50	150	263	165	125				16	0.4
	65	170	287	185	145	4x18	20		20	
10	80	180	310	200	160			160/12	25	
	100	190	358	220	180		22	200/14	32	
	125	200	402	250	210	8x18			51	0.39
	150	210	450	285	240		24		56	0.38
	200	230	515	340	295	8x22		250/17	78	0.37
6	250	250	605	395	350		26*		105	0.36
	300	270	692	445	400	12x22	28*	315/19	183	
	350	290	825	505	460	16x22	30*		280	0.35
4	400	310	866	565	515	16x26	32*	400/24	325	
	500	350	1060	670	620	20x26	34*		505	0.34
	600	390	1240	780	725	20x30	36*	500/27	-	
	700	430	1700	895	840	24x30	40*	640/30	-	0.32
2.5	800	470	1826	1015	950	24x33	44*		-	
	1000	550	2324	1230	1160	28x36	50*	560/-	-	
	1200	630	2975	1455	1380	32x39	56*	750/-	-	0.3

\* Flange thickness according to PN6 (DIN2531)

# VALVULA GLOBO (NORMA DIN)



- DESDE 1/2" A 12"
- PN16
- CUERPO EN FIERRO FUNDIDO (GG25)
- INTERIOR INOXIDABLE (13% CR)
- CONEXIÓN FLANGES (DIN)
- ORIGEN: ALEMANIA, ITALIA, RUMANIA



## CONSTRUCTION:

-acc. to DIN 3356, part 2

## MATERIALS:

-body, bonnet, handwheel, disc DN 65/300

-stem, -disc DN 15/50

## SEALING TYPE:

-body -disc: -Ac/Ac - all copper alloy; -for DN ≥ 65;  
-lx/lx - all stainless steel.

## SEALING

-body -bonnet: -asbestos or non-asbestos flat gasket  
-rubber rings

## MOUNTING:

-flow direction marked on body should be observed.

-grey cast iron 250 SR ISO 185

-min. 11.5% Cr STAS 3583

-GG25DIN 1691

-(X20Cr13) DIN 17440

## MAX. WORKING TEMPERATURE

-80°C - for rubber (NBR type) sealing

-120°C - for rubber (EPDM type) sealing

-300°C - for klingerite/graphited asbestos or non asbestos cord sealing.

## PACKING

-asbestos or non-asbestos cord

On order:

-with draining plug (only for straight body), for DN ≥ 80

## Dimensión de Válvulas (mm)

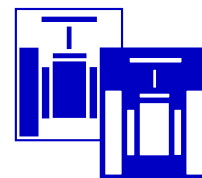
DN	L (DIN3202)		H		Connecting Flanges PN16 DIN2533				d4/s	Weight (Kg)		Power loss factor	
	SB	AB	SB	AB	d1	d2	nxd3	b		SB	AB	SB	AB
15	130	90			95	65		14		3.5	3.5		
20	150	95	176	176	105	75			100/9	4.1	4.1	4.6	2
25	160	100	187	187	115	85	4x14	16		5	5		
32	180	105	198	198	140	100			125/11	7	7		
40	200	115	245	225	150	110		18		9	9	5	2.2
50	230	125	260	235	165	125				12	12		
65	290	145	295	260	185	145	4x18	20	160/12	19	18	4	1.8
80	310	155	345	310	200	160		22		23	22		
100	350	175	385	340	220	180		24	200/14	33	29	4.5	
125	400	200	450	372	250	210	8x18		250/18	50	46	4.7	
150	480	225	548	434	285	240	8x22	26	280/19	77	72		2
200	600	275	650	520	340	295	12x22	30		130	125	5	
250	730	325	770	685	405	355				230	200	5.2	
300	850	375	886	786	460	410	12x26	32	360/22	340	310	5.5	2.2

**SB: Straight Body**

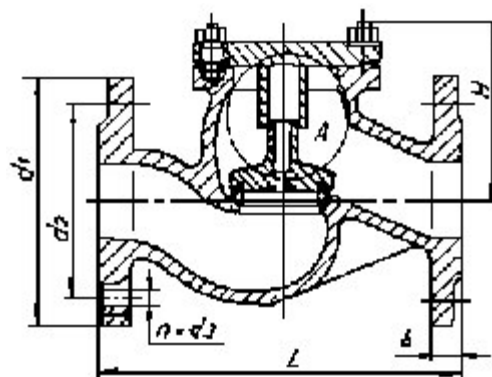
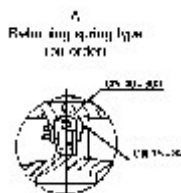
**AB: Angular Body**



# VALVULA RETENCION (LIFT CHECK, NORMA DIN)



- DESDE 1/2" A 12"
- PN16
- CUERPO EN FIERRO FUNDIDO (GG25)
- INTERIOR INOXIDABLE (13% CR)
- CONEXIÓN FLANGES (DIN)
- ORIGEN: ALEMANIA, ITALIA, RUMANIA



## MATERIALS:

- |                   |                                |                                 |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| -body, bonnet     | -grey east iron 250 SR ISO 185 | -GG25 DIN 1691                  |
| - disc            | -min. 11.5% CrSTAS 3583        | -(X20Cr13) DIN 17440 -for DN≤50 |
|                   | -grey east iron 250 SR ISO 185 | -GG25 DIN 1691 -for DN≥65       |
| -returning spring | -12NiCr180                     | -XCrNi17.7 DIN W 1.4310         |

## SEALING TYPE:

- body, disc: -lx/lx -all stainless steel;
- Ac/Ac -all copper alloy for DN≥65;

## SEALING:

- body -bonnet: -asbestos or non asbestos flat gasket.

## CONSTRUCTIVE AND WORKING CHARACTERISTICS

- on order -with returning springs
- with draining plug (only for straight body), for DN≥80

## MAX. WORKING TEMPERATURE

- 150°C -for all metal sealing.

## MOUNTING:

- flow direction marked on body should be observed.

## Dimensión de Válvulas (mm)

DN	L		H	Connecting Flanges PN 16 DIN2533				Weight (Kg)	Power loss factor
	DIN3202			d1	d2	nx d3	b		
15	130		62	95	65	4x14	14	2.5	4.6
20	150			105	75			3	
25	160	65		115	85			3.6	
32	180	68	140	100	4x18	18	5	5	
40	200	95	150	110			7		
50	230	105	165	125			9.8		
65	290	125	185	145	8x18	20	15	4.4	
80	310	140	200	160			22	19.8	4.7
100	350	150	220	180			24	29	5.5
125	400	155	250	210	8x22	26	43	7.8	
150	480	200	285	240			74	8	
200	600	275	340	295		12x22	30	119	15
250	730	315	405	355			218		
300	850	360	460	410	12x26		32	325	