

I-620.2-B12

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA

LA EMPRESA

145

- 3.1 Organización de la empresa
- 3.2 Actividades desarrolladas por la empresa
- 3.3 Capacidad instalada

## INFORME PROFESIONAL PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

INGENIERO DEL PROYECTO

- 4.1 Antecedentes
- 4.2 Coyuntura del estudio y participación de la Empresa IBA
- 4.3 Propiedades físicas del agua
- 4.4 Tuberías utilizadas en el sistema de bombeo
- 4.5 Bombas utilizadas en el transporte de fluidos

TITULO :

“ SERVICIO DE PROVISION E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE POLIETILENO (HDPE) PARA EL PROYECTO DE BOMBEO DE AGUA DEL TAJO TINTAYA “

- 4.6 Descripción del Sistema Propuesto
- 4.7 Caudal de agua a bombear
- 4.8 Diámetro óptimo de tubería de polietileno
- 4.9 Velocidad de flujo
- 4.10 Velocidad de Transporte
- 4.11 Cálculo y Selección de la Bomba - Estación de captación

145

AUTOR : Bach. Ing. LEONIDAS EDISON BACA AMES

- 4.12 Selección de la Tubería - Estación de captación
- 4.13 Selección de los accesorios de la línea - Estación de captación
- 4.14 Cálculo y Selección de la Bomba - Estación intermedia
- 4.15 Selección de la tubería - Estación intermedia
- 4.16 Selección de los accesorios de la línea - Estación intermedia
- 4.17 Selección de los accesorios de la línea - Estación intermedia

CALLAO - PERÚ

1998

## INDICE

<b>1. INTRODUCCION</b>	1
<b>2. OBJETIVOS</b>	
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos específicos	2
<b>3. LA EMPRESA</b>	
3.1. Organización de la empresa	3
3.2. Actividades desarrolladas por la empresa	4
3.3. Capacidad instalada	4
<b>4. INGENIERIA DEL PROYECTO.</b>	
4.1 Antecedentes	6
4.2. Coyuntura del estudio y participación de la Empresa IBA	7
4.3. Propiedades físicas del agua	8
4.4. Tuberías utilizadas en los proyectos de bombeo	9
4.5. Bombas utilizadas en el transporte de fluidos	14
4.6 Parámetros importantes en la selección de Tuberías y bombas	15
4.7 Descripción del Sistema Actual.	17
4.8 Descripción del Sistema Propuesto	17
4.9 Diámetro óptimo de la tubería de polietileno	23
4.10 Velocidad de Transporte	27
4.11 Calculo y Selección de la Bomba - Estación de captación	28
4.12 Selección de la Manguera - Estación de captación	33
4.13 Selección de la Tubería - Estación de captación	33
4.14 Selección de los accesorios de la línea - Estación de captación	34
4.15 Calculo y Selección de la Bomba - Estación Intermedia	35
4.16 Selección de la Tubería - Estación Intermedia	42
4.17 Selección de los accesorios de la línea - Estación Intermedia	45

## **5.0 MONTAJE Y PROCESO DE SOLDADURA DE TERMOFUSION EN TUBERIAS DE HDPE**

5.1 Equipo requerido para el montaje y soldadura de tuberías de HDPE	49
5.2 Equipo de Soldadura de termofusión para Tuberías de HDPE	49
5.3 Proceso de Soldadura por termofusión	50
5.4 Parámetros de referencia en el procedimiento de Control de Soldaduras por termofusión.	51
5.5 Pruebas hidrostática	54
5.6 Aplicación del método PERT en el Proyecto	55

## **6.0 EVALUACION ECONOMICA**

6.1 Materiales directos – Costos	63
6.2 Costo de mano de obra directa	63
6.3 Costo de materiales indirectos	63
6.4 Costo de Servicios a Terceros	64
6.5 Precio de Venta	64

## **7.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

7.1 Conclusiones	72
7.2 Recomendaciones Generales	73

## **BIBLIOGRAFIA**

76

## **ANEXOS**

1.- Propiedades Físicas del Material	78
2.- Clasificación de tuberías de HDPE	80
3.- Factores de corrección en selección de tuberías de HDPE	87
4.- Perdidas en accesorios de HDPE	89
5.- Carta de flujo en tuberías de HDPE - Tabla DRISCOPIPE 8600 PE	92

5.-	Boletín técnico 610 – APCO	94
7.-	Boletín técnico 138 - Plexco Chevron	110
3.-	Tabla de corrección para alturas en motores eléctricos	118
9.-	Tabla de presión de vapor de agua , disminución de la presión Atmosférica.	120
10.-	Tabla de seleccion ce mangueras de jebe - Amazon Hose	122
11.-	Especificaciones Tecnicas y curva característica de la bomba Sumergible Gorman Rupp	125
12.-	Especificaciones Tecnicas y curva característica de la bomba multietapica Vogel	128
13.-	Especificaciones Tecnicas de las válvulas de desahogo Gestra	132
14.-	Accesorios de HDPE.	137
15.-	Válvula de mariposa Keystone	139
16.-	Válvula Check Rise	142
17.-	Factor de Friccion "C"	146
18.-	Resistencia Quimica del Polietileno y Reticulacion de Polimeros	150
19.-	Fundamentos del polietileno	161
	<b>PLANOS</b>	<b>175</b>

## 1. INTRODUCCION.

El tema del presente informe, es un trabajo que realizamos en 1996 en la Compañía Minera BHP TINTAYA, el cual consistió en sustituir un sistema de bombeo insuficiente, por su pequeña capacidad para las necesidades de la mina, por uno de mayor capacidad, que abasteciera tanto los requerimientos de agua, usados para el consumo humano, así como para la producción en su Planta concentradora.

En este nuevo Sistema, se empleó la tecnología de las tuberías de polietileno, de Alta densidad y Extra Alto Peso molecular (HDPE), demostrándose sus ventajas comparativas con relación a los sistemas tradicionales de tuberías metálicas, en lo que respecta a su

- Rápida instalación,
- Bajo peso
- Reducción sustancial en el consumo de energía,
- Bajo coeficiente de rugosidad
- Menor costo.

Así mismo se destacó la eficiencia de las juntas logradas con el sistema de soldadura de termofusión, sistema de reciente utilización en nuestro medio que sin duda le otorga a las tuberías termoplásticas un mayor campo de aplicación en la industria nacional.

En el proceso de estudio y ejecución del proyecto, la empresa a la cual represento, participó en la selección, provisión e instalación de las tuberías y accesorios de la línea de bombeo.

## 2. OBJETIVOS

Los objetivos los hemos dividido para su presentación en dos : El Objetivo General y los Objetivos específicos.

### 2.1. Objetivo General

El objetivo principal de este informe de ingeniería es describir los pasos requeridos para el diseño, selección e instalación de la tubería y accesorios del Sistema de Bombeo del Tajo, mostrando los criterios utilizados para el dimensionamiento así como las consideraciones teóricas y pautas de instalación para hacer que el sistema opere efectiva y eficientemente.

### 2.2.. Objetivos Específicos

Los principales objetivos específicos del Nuevo sistema de bombeo los podríamos resumir en los siguientes:

- Mostrar los criterios de selección de las Bombas a utilizar.
- Mostrar los criterios de selección de las tuberías de polietileno
- Mostrar la técnica de instalación de las tuberías y accesorios de las tuberías de polietileno

Con la utilización de materiales y equipos de tecnología actual, se consiguió reducir los costos de bombeo de agua, que se hacía desde Río Salado para abastecer la demanda de agua requerida, tanto por la Planta Concentradora así como la demanda de agua para consumo humano.

### 3. LA EMPRESA

#### 3.1 Organización de la empresa

IBA, International Bussines Association, es una empresa Peruana cuyos integrantes son personal Capacitado tanto en el país como en el exterior, siendo así que su Gerente General, el Sr. Leonidas Baca tiene especialización en USA en Tuberías de polietileno.

Entre los demás integrantes figuran ingenieros, Técnicos, personal Obrero y personal administrativo. IBA, es una empresa moderna, con una organización tipo Unidades estratégicas, que trata como pequeños negocios establecidos como unidades en el interior de la Cía, para asegurar que se promueva y maneje un cierto producto o línea de productos como si se tratara de un negocio independiente.

La empresa por tener este tipo de organización tiene las siguientes características:

- Tiene su propia misión
- Cuenta con grupos definidos de competidores
- Prepara sus propios planes integrados, bien diferenciados de las otras unidades
- Administra sus recursos en áreas claves
- Tiene un tamaño apropiado, ni demasiado grande, ni demasiado pequeño.

La función del Gerente o Administrador es guiar y promocionar el Producto, desde la selección de las empresas fabricantes, la selección, comercialización, montaje y pruebas. Por lo tanto a cada unidad se le asigna su propia misión y metas.

El domicilio legal de IBA es La Av. Del Ejercito 570 Of. 301 Miraflores, en la ciudad de Lima.

### **3.2 Actividades desarrolladas por la Empresa**

IBA, es una Empresa dedicada a la comercialización, Montaje y Asesoramiento de Proyectos relacionados con el transporte de líquidos, gases y vapores. Asimismo comercializa Aceros, y Equipos usados en el ámbito minero.

De esta forma IBA realiza servicio de Asesoría, instalación y mantenimiento, en diferentes Industrias, Empresas consultoras, Contratistas, Pesqueras, Agrícolas, Acueductos, y Centros Mineros entre las mas importantes.

Asimismo atiende en provincias a los diferentes Cías Mineras y sus diversos proyectos de expansión.

Es así, que la Cía BHP TINTAYA, nos encarga el desarrollo del presente proyecto, el cual es el tema motivo del presente informe.

### **3.3 Capacidad instalada**

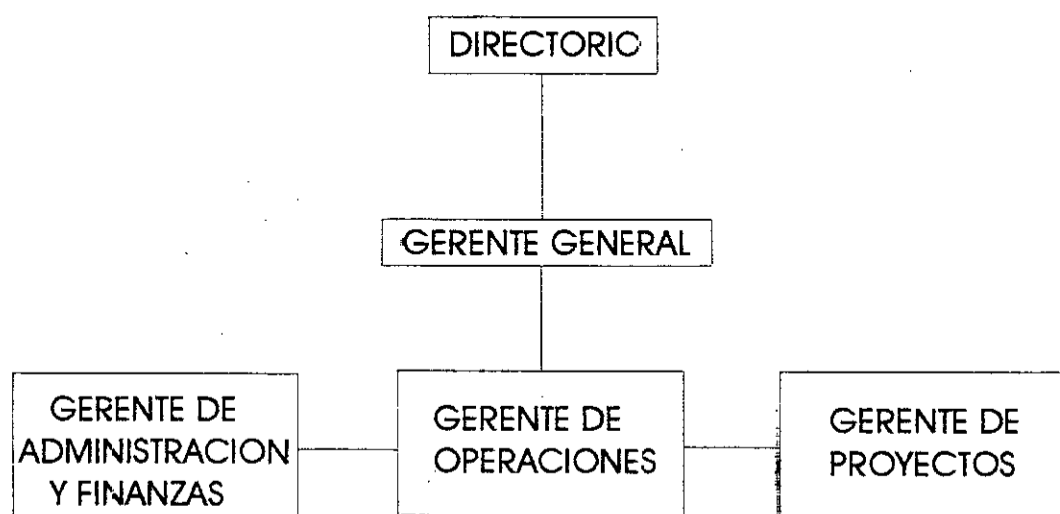
IBA, cuenta con todas las herramientas necesarias para realizar la Instalación, montaje y mantenimiento de Tuberías de polietileno.

Por esta razón, posee dos Maquinas de termofusión marca MC ENROY modelo 618 y 412, las cuales son empleadas para soldar las Tuberías de polietileno . Una Maquina de Soldar Eléctrica marca SolAndina Mod. 442C para soldar las tuberías y accesorios de Acero.

Para la labor de Asesoría y Desarrollo de Proyectos posee Computadoras siendo ambas IBM, con las siguientes características IBM 486 - 25 MHZ, IBM Activa, Pentium 160 MHZ , Packard Bell Pentium 200 Mhz, Compac Presario 2200 (3), las cuales utilizan impresoras de matriz marca EPSON y Hewelt Packard Mod. Deskjet 762C (3).



## ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



## 4. - INGENIERIA DEL PROYECTO

### 4.1 Antecedentes.-

La capacidad operativa del Actual Sistema de Bombeo de desagüe del Tajo era de 15 l.p.s., para el cual se proyectó su ampliación su hasta 120 l.p.s.

Para esto se construyo un nuevo sistema de Tuberías, esta vez de polietileno de alta densidad, de 2.1 km de longitud. El diseño se hizo con consultores nacionales y la selección, provisión e instalación de la tubería y accesorios la hizo nuestra Cia IBA, la cual dirijo desde su creación.

El Tajo de Tintaya capta agua de filtración a una altura de 4200 msnm. Topográficamente la región presenta un terreno de pendiente uniforme, con ligeras variaciones, permitiendo realizar un perfil de tuberías sin variaciones bruscas.

El proyecto consistió en bombear los 120 lps = 1902 GPM, de la laguna del fondo del tajo Tintaya, hacia los tanques de almacenamiento de agua los cuales trabajan seriados y alimentan de agua cruda para usos domésticos o potables y para usos de procesos en planta concentradora, cada uno de estos tanques tenía una capacidad de almacenamiento de 4800 m<sup>3</sup> de agua.

La carga estática a vencer era de 250 mts. de altura, siendo la longitud de tubería a usar de aproximadamente 2,100 mts. lineales.

El Tipo de tubería por su facilidad de acomodarse a los perfiles del terreno y presentar un bajo coeficiente de rugosidad  $r = 0.013$ , será la tubería de polietileno de alta densidad ó HDPE, para la cual se trabajó con el valor  $r = 0.015$  como medida de seguridad para nuestros cálculos.

#### 4.2. Coyuntura del estudio y participación de la empresa IBA.

El objetivo Principal del Proyecto era aprovechar el agua acumulada en el Tajo Tintaya, para abastecer los requerimientos de la mina que eran de 120 lps y reemplazar el sistema anterior, de muy pequeña capacidad de bombeo (15 l.p.s), y que constantemente fallaba.

El Dpto. de Ingeniería de Tintaya, realizó un estudio preliminar en el cual se analizaron las diversas alternativas de Ingeniería, en cuanto al sistema más eficaz que permitiera lograr los objetivos propuestos.

Después de culminado el estudio preliminar por la mina; se solicitó el apoyo de las Compañías especializadas en este tipo de trabajo para confirmar la certeza del diseño. Concluyendo que del Tajo se podía extraer los 120 l.p.s requeridos.

En lo que respecta a las tuberías y accesorios; nuestra empresa como representante de las tuberías de polietileno, fue participe en la etapa de estudio, en lo que respecta a la selección y recomendación de materiales.

Esta oportunidad sirvió de mucho para contar con información real de las condiciones del lugar así como de información técnica de los equipos principales seleccionados (bombas, instalaciones eléctricas) lo que facilitó una adecuada selección.

En la etapa de ejecución nuestra empresa fue designada para el suministro e instalación de la tubería de polietileno y accesorios

### 4.3 Propiedades físicas del agua

Es importante conocer las propiedades físicas que debe tener el agua, para poder determinar los valores ideales para su transporte adecuado.

**Viscosidad.-** La viscosidad expresa la facilidad que tiene un fluido para fluir cuando se le aplica una fuerza externa. El coeficiente de viscosidad absoluta, o simplemente la viscosidad absoluta del fluido, es una medida de su resistencia al deslizamiento o a sufrir deformaciones internas.

Se puede predecir la viscosidad de la mayor parte de los fluidos; en algunos la viscosidad depende del trabajo que se haya realizado sobre ellos.

**Viscosidad absoluta o dinámica.-** La unidad de viscosidad dinámica en el sistema internacional (SI) es el pascal segundo (Pa) o también Newton segundo por metro cuadrado ( $\text{N s/m}^2$ ), o sea Kilogramo por metro segundo ( $\text{Kg./m s}$ ). Esta unidad se conoce también con el nombre de poiseuille (PI) en Francia, pero debe tenerse en cuenta que no es la misma que el poise (P).

El poise es la unidad correspondiente en el sistema CGS de unidades y tiene dimensiones de dina segundo por centímetro cuadrado o de gramos por centímetro cuadrado.

**Viscosidad cinemática.-** Es el cociente entre la viscosidad dinámica y la densidad. En el sistema internacional (SI) la unidad de viscosidad cinemática es el metro cuadrado por segundo ( $\text{m}^2/\text{s}$ ). La unidad CGS correspondiente es el stoke (St), con dimensiones de centímetro cuadrado por segundo y el centistoke (cSt).

La medida de la viscosidad absoluta de los fluidos requiere de instrumental adecuado y de una considerable habilidad experimental. Por otro lado, se puede utilizar un instrumento muy simple, como es un viscosímetro de tubo, para medir la viscosidad cinemática de los líquidos

viscosos. Con este tipo de instrumento se determina el tiempo que necesita un volumen pequeño de líquido para fluir por un orificio y la medida de la viscosidad cinemática se expresa en términos de segundos.

Se usan varios tipos de viscosímetros de tubo, con escalas empíricas tales como Saybolt Universal, Saybolt Furol (para líquidos muy viscosos).

**Densidad.-** La densidad de una sustancia es su masa por unidad de volumen. La unidad de la densidad en el SI es el kilogramo por metro cúbico.

Dado que el porcentaje de sólidos es muy pequeño en esta mezcla de sólidos y agua, sus constituyentes, tienen propiedades tales como, gravedad específica, peso, volumen, etc., siendo difícil nombrar a una determinada mezcla empleando las características propias y proporcionales de ambos constituyentes, para este estudio se considera las propiedades del agua.

#### **4.4 Tuberías utilizadas en los proyectos de bombeo**

El sistema de transporte de agua se realiza por tuberías de diferentes materiales y calidad, los presentamos a continuación:

**Tuberías de Acero:** Constituyen estas, la solución principal, convencional y más difundida sobre todo para el transporte a elevadas presiones. Los tubos son del tipo standard conformado en frío y soldados.

Por lo general se utilizan tuberías Schedule 40 (SCH - 40) que pueden estar constituido por diversas calidades de acero.

Si bien es la opción mas difundida y más confiable, por otro lado su uso resulta ser más costoso, tanto por Costo de adquisición, como por Costo de transporte y montaje. Pero como se dijo, es el material mas adecuado para soportar presiones. Los diámetros nominales y más difundidos son de 2", 3", 4", 6", 8", 10", 12", etc.

**Tuberías de Asbesto - Cemento :** Una de sus ventajas es su bajo costo de adquisición y amplia disponibilidad de una gama de diámetros y espesores tiene excelente resistencia a las condiciones ambientales y su montaje es sencillo.

Sus principales desventajas son: su peso excesivo, su rigidez, así como también origina grandes pérdidas por fricción, debido a la rugosidad en su pared interna. Del mismo modo solo están capacitadas para operar con bajas presiones.

Los tamaños más comerciales que se encuentran en el mercado son de: 4", 6", 8", 12" hasta 24" su uso en el ámbito de minería es muy limitado.

**Tuberías de polietileno de alta densidad:** Las tuberías de polietileno de alta densidad tienen las siguientes ventajas, respecto a las tuberías convencionales:

- *Bajo peso:* Su gravedad específica es menos de 1/5 de la del acero. Lo que significa menor costo de transporte e instalación. Esto es particularmente importante cuando se instalan tuberías de gran longitud, ya que los tubos pueden ensamblarse y probarse a nivel del suelo. En instalaciones bajo el suelo la zanja puede ser relativamente angosta ya que no se tiene que trabajar en el fondo de ella.

- *Alta resistencia química:* No solamente el interior del tubo es inmune al ataque de gran número de soluciones químicas sino que el exterior no es afectado por las condiciones del suelo y no necesita pintura o protección de otra clase. Las tuberías se degradan por algunas soluciones químicas, por exposición a los rayos ultravioleta y por reticulación (Ver anexo 18)
- *Bajo índice de rugosidad:* La superficie interior lisa de los tubos de polietileno de alta densidad evita la formación de depósitos, lo que significa que se puede conducir mayor volumen de líquido que con tuberías de otro material de diámetro similar.
- *Bajo índice de porosidad:* Lo que evita totalmente depósitos de microorganismos que ocasionan con el tiempo, una notable reducción de los diámetros útiles y por consiguiente una pérdida de rendimiento así como también una posible contaminación.
- *Facilidad de instalación:* Se puede hacer juntas perfectas sin mayores complicaciones mediante la técnica unión por termofusión en la cual no se necesita material de aporte.
- *Flexibilidad:* Aunque el término rígido se usa para los tubos de PVC, fierro fundido o asbesto-cemento en comparación con las tuberías de polietileno que son flexibles. La flexibilidad del Polietileno permite desviaciones razonables en el alineamiento y en el nivel, lo que significa que los tubos pueden seguir el contorno del terreno. Además a diferencia de los tubos enterrados convencionales, no son susceptibles a fallas por fracturas transversales.
- *Atoxicidad:* Las materias primas y formulaciones usadas en la fabricación son atóxicas (según norma peruana), por lo tanto permite que las tuberías puedan usarse en todos los ramos de la industria que requiera atoxicidad.

- Las tuberías de polietileno pueden asentarse directamente sobre el terreno, siendo su fácil manipuleo y transporte, pudiendo ser arrollados en diámetros 32 veces mayor a sus diámetros nominales.
- Su uso es limitado, por la presión, por lo que su requerimiento dentro de las plantas mineras en los tamaños más comerciales son de 3", 4", 6", 8", 10", 12", 14" y 16".
- Su vida útil comprobada es de hasta 50 años por lo que es bastante atractiva y su difusión en la última década se ha debido a que al tener una vida útil grande el costo de reposición de la tubería se ve disminuido con respecto al tiempo, (una tubería de acero su vida útil de proyecto es de 12 años).

La ASTM ha elaborado la norma ASTM D3350-84, que describe la clasificación de las resinas de Polietileno que se utilizan en la fabricación de tuberías de Polietileno, que Clasifican el material por medio de un sistema de clasificación por celda. La tabla 1 mostrada en el Anexo 1 y 2, resume esta clasificación.

La resina de la tubería utilizada en el proyecto tiene una clasificación de celca de 345434C (Ver anexo 19)

Estas tuberías se clasifican de acuerdo a un parámetro conocido como SDR que se define como la relación entre el diámetro exterior controlado de tubería y el espesor de pared de tubería.

$$\text{SDR} = \frac{\text{OD}}{t}$$

SDR = Relación de dimensión estandar

OD = Diámetro exterior

t = espesor



Los SDR estandarizados son los siguientes: 41, 32.5, 26, 21, 17, 13.5, 11, 9, 7.3. A cada SDR le corresponde una determinada presión de operación.

La tasa de presión para una tubería está dada por la fórmula:

$$P = \frac{2S}{SDR-1}$$

Donde: S = Esfuerzo Hidrostática de diseño (1600 psi para tuberías de alta densidad y extra alto peso molecular)

De las tres alternativas presentadas, las tuberías de polietileno de alta densidad, fue la seleccionada, por reunir las mejores propiedades para el desarrollo del Proyecto de Bombeo de Tajo Tintaya.

#### 4.5 Bombas utilizadas en el Transporte de fluidos

La acción del bombeo es la adición de energía cinética y potencial a un líquido con el fin de moverlo de un punto a otro. Esta energía hará que el líquido efectúe trabajo, tal como circular por una tubería o subir a una mayor altura.

Las bombas centrífugas constituyen no menos del 80% de la producción mundial de bombas, por que es la mas adecuada para manejar mayor cantidad de líquido, que la bomba de desplazamiento positivo. A continuación describiremos las características de las bombas Centrífugas.

##### **Bombas centrífugas**

La bomba es el medio mecánico para obtener la conducción o transferencia de un flujo de masa y por ello es parte esencial en todo proceso. A su vez el crecimiento y perfeccionamiento de los procesos, están ligados con las mejoras en el equipo de bombeo y con un mejor conocimiento de cómo funcionan las bombas y como se deben aplicar.

Una bomba centrífuga transforma la energía mecánica de un impulso rotatorio en la energía cinética y potencial requerida. Aunque la fuerza centrífuga producida depende tanto de la velocidad en la punta de los alabes o periferia del impulsor y de la densidad del líquido, la cantidad de energía que se aplica por kg. (libra) de líquido es independiente de la densidad del líquido. Por tanto, en una bomba dada, que funcione a cierta velocidad y que maneje un volumen definido de líquido, la energía que se aplica y transfiere al líquido es la misma para cualquier líquido sin que importe su densidad. (La única salvedad es que la viscosidad del líquido influye en esta energía como se verá mas adelante). Por tanto la carga o energía de la bomba en ft-lb/lb se debe expresar en pies (ft).

Para el sistema de bombeo en si, debe recordarse que:

- 1) La carga se puede medir en diversas unidades como ft (pie) de líquido, presión en psi (lb/pulg<sup>2</sup>), pulgadas de mercurio, etc.

- 2) Las lecturas de presión y de carga pueden ser manométricas o absolutas; la diferencia entre presión manométrica y absoluta es la presión atmosférica, la cual varía de acuerdo a la altitud.
- 3) Nunca se debe permitir que la presión en cualquier sistema que maneje líquidos caiga por debajo de la presión de vapor de líquido.

Una columna de agua fría de 2.31 ft de altura producirá una presión de 1 psi en su base. Por lo tanto, para el agua a temperatura ambiente, cualquier presión calculada en libras por pulgada cuadrada (psi) se puede convertir a una carga equivalente en pies de agua al multiplicarla por 2.31. Para líquidos que no sean agua fría, la columna de líquido equivalente a una presión de 1 psi se puede calcular al dividir 2.31 entre la densidad relativa del líquido.

#### 4.6 Parámetros importantes en la Selección de Tuberías y Bombas

Los parámetros de uso frecuente en la estimación de las tuberías y Bombas son los términos de carga estática, y carga de fricción. La carga de velocidad es despreciable en estos sistemas. Estos términos los describimos a continuación.

- *La carga estática:* Significa una diferencia en elevación. Por tanto la "carga estática total" de un sistema es la diferencia en elevación entre el nivel del líquido, entre los puntos de descarga y de succión de la bomba.
- Si la carga estática de succión tiene valor negativo porque el nivel del líquido para succión está debajo de la línea de los centros de la bomba, se le suele llamar "altura estática de succión". Si el nivel del líquido de succión o de descarga está sometido a una presión que no sea la

atmosférica, esta se puede considerar como parte de la carga estática o como una adición por separado a la carga estática.

- *Carga de fricción*: La carga que es necesaria para contrarrestar las pérdidas de fricción ocasionadas por el flujo del líquido en la tubería, válvulas, accesorios y otros componentes se denomina Carga de fricción. Estas pérdidas varían más o menos proporcionalmente al cuadrado del flujo en el sistema. También varían de acuerdo con el tamaño, tipo y condición de la superficie de los tubos, accesorios y las características del líquido bombeado.
  
- Al calcular las pérdidas de fricción, se debe tener en cuenta que aumentan conforme la tubería se deteriora con el tiempo. Se acostumbra basar las pérdidas en los datos establecidos para tubería promedio que tiene 10 a 15 años de uso. Estos datos se encuentran con facilidad en la Hydraulic Institute Standards y en el Manual de Bombas (Ver Bibliografía).

Para el proyecto específico del Tajo Tintaya se utilizarán bombas centrífugas por ser las más apropiadas.

#### **4.7 Descripción del sistema actual**

En las condiciones de operación de este sistema, el bombeo de agua de la laguna del fondo del tajo Tintaya hacia los tanques de almacenamiento 1 y 2, era considerado deficiente por las siguientes razones:

- Bombec intermitente,
- Bajo caudal de bombeo para las necesidades (bombeaba 15 LPS = 237 GPM),
- Diámetro de tubería insuficiente de 6",
- Desperfectos de las bombas constantemente hacian que las tuberías se rompan, etc.

El esquema del sistema actual se presenta en el esquema No 1, de la pagina siguiente.

#### **4.8 Descripción del sistema propuesto**

Por los motivos indicados líneas arriba, la Superintendencia de Mina de Tintaya, solicitó se mejore este sistema de bombeo, para nuevos requerimientos de desaguado del agua del tajo para un caudal de bombeo de 120 LPS = 1902 GPM, para que le permita realizar y continuar sus actividades normales de explotación a futuro en el Tajo Tintaya.

Esta agua que se acumuló en el fondo del Tajo Tintaya de las filtraciones y escorrentias del área circundante serviría también para usos de agua industrial, para los procesos de planta concentradora y para usos de agua potable.

# ESQUEMA N° 1

## SISTEMA ACTUAL DE BOMBEO TAJO TINTAYA

LAGUNA DEL TAJO

B1

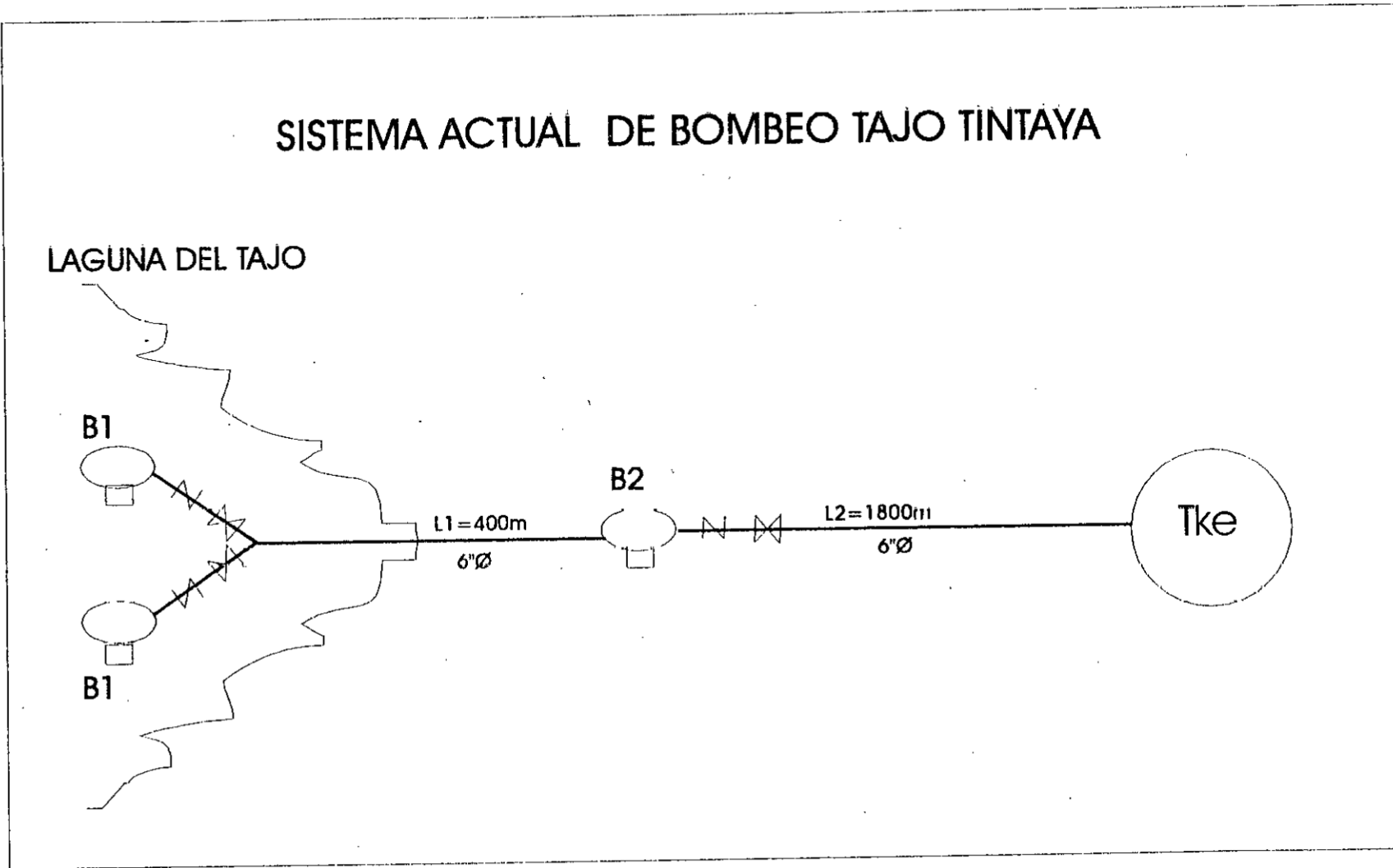
B1

B2

Tke

L1=400m  
6"Ø

L2=1800m  
6"Ø



El proyecto considera bombear agua desde la laguna del fondo del tajo Tintaya, hacia los tanques de almacenamiento de agua recuperada o tanque N° 2 y tanque N° 1. Cada uno de estos tanques tiene una capacidad de almacenamiento de 4800 m<sup>3</sup> de agua.

La carga estática a vencer es de 250 mts. de altura, la longitud de tubería a usar es de 2,100 mts lineales, según se muestra en el Esquema No 2, adjunto.

El agua del bombeo del tajo se distribuiría de la siguiente manera:

- Para la planta concentradora 100 LPS = 1585 GPM
- Para la planta de agua potable 20 LPS = 317 GPM

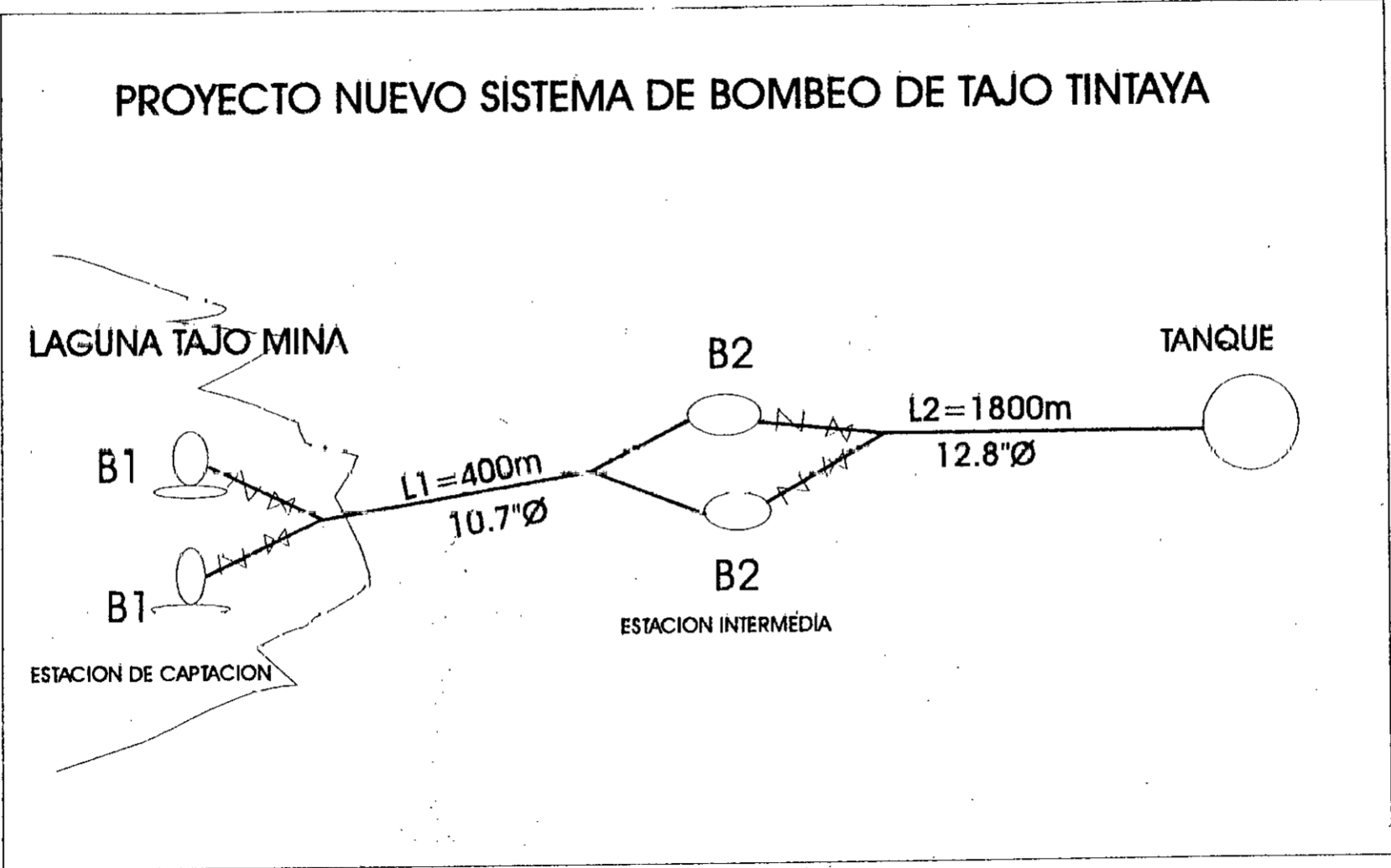
En el sistema anterior el suministro de agua tanto para la Planta de agua potable como para la Planta concentradora era el proveniente del bombeo de la estación de Río Salado (tajo en plena explotación).

De los análisis de producción de agua y consumos de energía, comparando los dos sistemas se observa un ahorro en costos de bombeo ya que al empezar a operar el Nuevo Sistema de bombeo del Tajo Tintaya, dejara de funcionar el Sistema de Bombeo de la estación de Río Salado. Es de advertir que el principal objetivo es desaguar la laguna de agua existente en el fondo del tajo, para que permita continuar con las labores de explotación del mismo.

El sistema de bombeo del Tajo, entrando en operación permitiría paralizar las operaciones de bombeo de la estación de Río Salado que como hemos visto su operación resultaba con mayor costo que el bombeo del Tajo Tintaya, la estación de Río Salado quedaría en Stand-By y solamente operaría en casos de suma emergencia cuando fallen los sistemas de bombeo de la presa del Chullomayo recientemente por construirse y/o falle el bombeo del Tajo Tintaya, contingencia muy remota, pero puede darse la posibilidad de que esto ocurra.

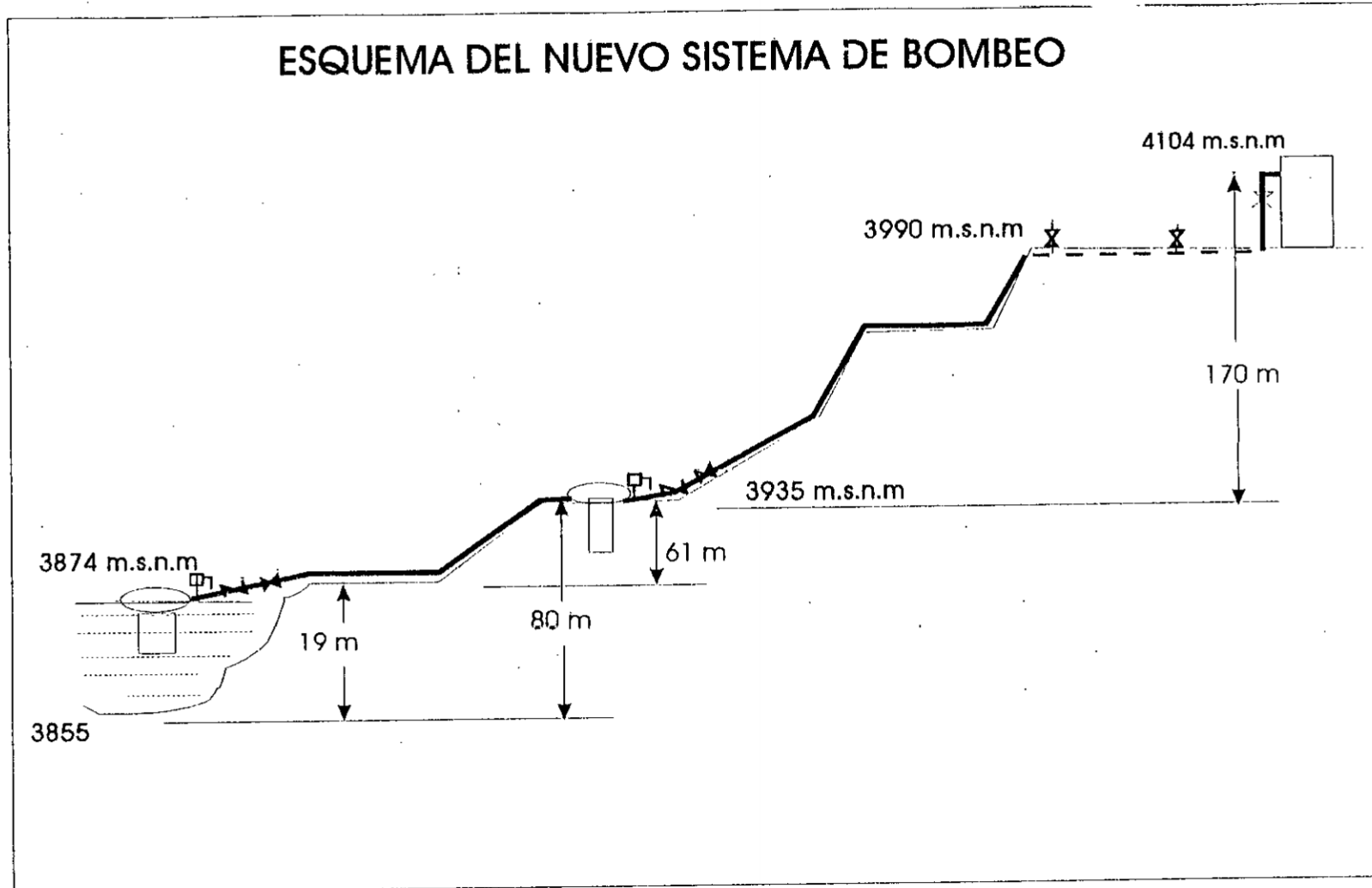
ESQUEMA Nº 2

PROYECTO NUEVO SISTEMA DE BOMBEO DE TAJO TINTAYA





# ESQUEMA N° 2.A



El transporte del agua desde el tajo Tintaya hacia los tanques de almacenamiento se hará de la siguiente forma:

- La **Estación de Captación**, que comprende la bomba que se encuentra en el Fondo del Tajo. Deberá usarse una unidad en Stand By. El tipo de bomba a usarse serían del tipo sumergible. Inicialmente la Estación de captación se encontrara a 3874 m.s.n.m., variando su posición a medida que desciende el nivel de agua del Tajo, hasta llegar a la Cota 3855 m.s.n.m.
- En la descarga de la bomba (primera etapa) y tomando en cuenta que la posición de esta, cambiara conforme se desagüe el Tajo; se optó por la utilización de **manguera flexible** en una longitud de 100 m. Desde la cota 3855 m.s.n.m. hasta la cota 3874 m.s.n.m.
- **Tubería de Polietileno**, desde la cota 3874 m.s.n.m hasta los Tanques decantadores situados en la cota 3935 m.s.n.m.
- **Estación Intermedia**, que comprende la bomba que se encuentra a la mitad del Tajo, y que se encarga de bombear el agua desde los Tanques decantadores hacia los Tanques de Almacenamiento N°1 y °2. Deberá usarse una unidad en Stand By. El tipo de bomba a usarse serían del tipo Multietapico. Esta estación se encuentra en la cota 3935 m.s.n.m.
- **Tubería de polietileno**, desde la descarga de la Estación intermedia de bombeo hasta los tanques de almacenamiento situados en la cota 4105 m.s.n.m.

#### 4.9.- Diámetro óptimo de la tubería de polietileno.

Para transportar el agua desde la laguna del fondo del tajo Tintaya hasta los tanques de almacenamiento, lo dividimos en dos etapas: una estación de captación del agua de la laguna y la estación intermedia de bombeo.

Estación de captación del agua de la laguna: Se considera a futuro bombear desde el fondo del tajo mismo.

Cota del fondo del tajo	: 3855.00 msnm
Cota del espejo de agua actual	: 3874.00 msnm
Diferencia de cotas	: 19.00 mts.

Se considera también que la bomba sumergible conforme se vaya agotando el nivel de agua de la laguna, esta se ira desplazando hacia el centro de la misma, es decir se desplazara aproximadamente 100 mts. lineales adicionales a los metros con los que se dará inicio a las operaciones de bombeo.

Así mismo a la carga estática desde el nivel de espejo de agua actual, (cota 3874 msnm) al nivel superior de los tanques de almacenamiento cota (4104.3 msnm) de 230 mts. de altura, hay que adicionarle los 19.0 mts. que hay de diferencia desde el espejo de agua actual al fondo del tajo

Con estas condiciones los parámetros de diseño para la selección de la electrobomba de succión o aspiración del agua de la laguna son:

- Caudal 120 lps
- Altura estática para la bomba 80 mts.
- Longitud de tubería 300 mts.
- Tubería de HDPE o polietileno de alta densidad.

Teóricamente el diámetro de una línea de descarga puede ser cualquiera, si se toma un diámetro relativamente grande, se tendrán pequeñas pérdidas de carga y en consecuencia, la potencia del sistema de bombeo será reducida, las bombas serán de menor costo, sin embargo el costo de la tubería de descarga será elevado. Si al contrario, se establece un diámetro relativamente pequeño, resultaran pérdidas elevadas, exigiendo mayor potencia de las bombas, el costo de la tubería será bajo y los sistemas de bombeo serán costosos consumiendo mayor energía, por lo cual es conveniente calcular un diámetro de tubería que sea económico de acuerdo al caso.

Existe un diámetro conveniente para el cual el costo total de las instalaciones será el mínimo.

A todo transporte de fluido es asignable un costo, que generalmente tiene 2 partes:

a.- Costo de las Instalaciones.

Abarca la amortización del gasto hecho en adquirir la instalación, interés del capital invertido, mantenimiento y personal de operación.

Estos gastos son proporcionales a la inversión inicial, hablando en términos muy generales y por tanto proporcionales al peso de la tubería.

Este último es proporcional al diámetro de la tubería.

Concluyendo:

$$I = aD^2 \cdot (\alpha)$$

I en \$/año

Donde: I = costo de instalación; " a " es una constante de proporcionalidad.

b.- Costo de la energía eléctrica:

Son los gastos necesarios para mover el fluido, y serán proporcionales a las necesidades de energía, como:

Potencia es proporcional a "V" y "ΔP" (ΔP= Presión)

Según la ecuación de Darcy, para V y ΔP fijos:

ΔP es proporcional a:  $D^{-5}$ . Luego si "E" representa los costos de energía,

$$E = b D^{-5}$$

El costo total será la suma de ambos, y:

$$C = aD^2 + bD^{-5}$$

Su mínimo se hallará derivando esta expresión e igualando a cero. De donde resulta la condición:

$$a \cdot D^{7opt} = b \cdot 2.5 \cdot E^{-5opt} \Rightarrow D^{7opt} = 2.5 b/a$$

Indicando que los costos de inversión son 2.5 veces más importantes que los costos de operación.

El Diámetro óptimo se calculará finalmente por la ecuación:

$$D_{opt} = \sqrt[7]{\frac{2.5b}{a}}$$

Proyectaremos costos aproximados para instalaciones con Tuberías de 12", 14", 16", 18" y 20" (diámetro nominal).

DN Pulg	Diam. Int. Pulg	Precio USD Local/100pies	Longitud (pies)	Cost.Tot Local (\$)	Costo de Instalación (\$)	Costo de Mantenimiento (\$)	Costo de Personal (\$)
14	10	8353	5905	937164,835	20000,0	28114,95	24000
1E	11,25	10914	5905	1224496,23	22857,1	36734,89	24000
1E	12,65	13810	5905	1549412,95	25714,3	46482,39	24000
2C	14,3	17045	5905	1912475,97	28571,4	57374,28	36000

DN Pulg	ADT Metros	Potencia Kw	Energía Kw-h	costo/kw-h (\$)	Costo-Energía (\$)	Costo Tot. (\$)
14	196,2475	308,2117998	2219125	0,0468	103855,05	1113134,8
1E	186,5063	292,9130802	2108974	0,0468	98699,99	1406788,3
1E	180,0791	282,8189033	2036296	0,0468	95298,66	1740908,3
20	175,7248	275,9804329	1987059	0,0468	92994,37	2127416,0

Calculo de las constantes de proporcionalidad y Diámetro óptimo.

DN Pulg	D.Int Pulg	Inversión (\$)	a	Energía (Kw-h)	b	D. Opt. Pulg.	
14	10	1009279,78	=	10092,8	$b/D^5$	1,039E+10	8,23693
1E	11,25	1308088,26	=	10335,5	$b/D^5$	1,779E+10	8,86481
1E	12,65	1645609,624	=	10283,6	$b/D^5$	3,087E+10	9,59822
20	14,3	2034421,678	=	9948,76	$b/D^5$	5,561E+10	10,4896

Consideraciones supuestas en la proyección de costos:

- ☐ Costo de instalación para tubería de 14" Ø de \$20, 000 USD.  
Para las demás Tuberías: El mismo costo por un factor de incremento por diámetro.
- ☐ Costo de mantenimiento 3% del costo de materiales.
- ☐ Costo de personal:
  - 2 operarios para la línea de 14" a 18 "
  - 3 operarios para la línea de 20 "
  - Sueldo mensual promedio: \$1000
- ☐ Horas de operación: 20 horas diarias
- ☐ Se considera la altura estática y longitud de tubería de la segunda etapa por ser mas crítica.
- ☐ Se asume las perdidas secundarias un 2% de la longitud de tubería.

#### 4.10. Velocidad de transporte.-

La velocidad necesaria del transporte es calculada según:

$$\text{Veloc. de transporte} = \frac{\text{Caudal de agua}}{\text{Sección transversal de tubería}} \dots (\beta)$$

Los fabricantes de tuberías de HDPE recomiendan velocidades de impulsión entre 1.22 - 2.44 m/s

Considerando que:

$$\text{Caudal de agua } 120 \text{ lps} = 0.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tenemos para los diámetros óptimos encontrados, las siguientes velocidades:

Diam. Int. (pulg)	Caudal m <sup>3</sup> /s	Velocidad (m/s)	
8,24	0,12	3,49	X
8,86	0,12	3,01	X
9,60	0,12	2,57	X
10,50	0,12	2,15	OK!

Consideraremos preliminarmente la tubería de Diámetro interior: 10.50",

#### 4.11 Cálculo y selección de la bomba - Estación de Captación

Esta estación variará su ubicación dentro de 2 rango dependiendo del nivel de agua en el Tajo:

- Cota 3874: cuando las aguas del tajo alcanzan su máximo nivel
- Cota 3855: Cuando las aguas del tajo alcancen su mínimo nivel.

En los cálculos del sistema, se considerará la ubicación crítica; es decir, en el nivel mínimo de Tajo.

##### a) Cálculo de la altura dinámica total

$$ADT = \text{Altura estática} + \text{Altura de pérdidas} \quad (\beta)$$

Considerando que el material de la tubería solicitada fue de polietileno de alta densidad y tomando como datos los siguientes:

Altura Estática: 80 m (262 pies)

Altura de Pérdidas: Por la fórmula de Hazen Williams

$$H_f = (2.083 \times 10^{-3} Ls) (100 Q/C)^{1.852} (1/d)^{4.8655}$$

Donde :

$H_f$  = Pérdida por fricción en pies

L = Longitud efectiva del sistema, pies

L = Longitud de tubería + longitud equivalente de accesorios

s = Gravedad específica del líquido

C = Factor de fricción

Q = Caudal en U.S. gal/min

d = Diámetro interior de tubería (pulg.)



Valores de " C " (Ver anexo 17)

C = 155 Tubería de polietileno de alta densidad y extra alto peso molecular.

C = 140 Tubería de acero nueva

C = 130 Tubería de cobre o bronce ordinario

C = 125 Tubería de acero usada

C = 120 Tubería de concreto, tubería de fierro fundido con 4 a 6 años de uso

En nuestro caso:

C = 155

L = 400 m (1312 pies) + longitud equivalente de accesorios

ACCESORIOS	CANT.	LONGITUD EQUIVALENTE (*) (Pies)
Válvula Mariposa de 12"Ø	1	40
Válvula check de 12"Ø	1	100
Codo de 90° - 8"Ø - Acero	1	18
Tee de 12x12x12"-Acero	1	60
Codo de 45° x12"Ø	2	32
HDPE SDR 13.5 (**)		
Otros	GI	50
Total		300

(\*) Bombas Hidráulicas -Eduardo Mendoza  
ANEXO 9  
Perdidas en accesorios de HDPE  
ANEXO 4

(\*\*) Diámetro interior: 10.5"

L = 1,612 pies

S = 1 (Agua Clara)

Q = 1902 GPM

$$H_f = (2.083 \times 10^{-3} \times 1612 \times 1) \left( \frac{100 \times 1902}{155} \right)^{1.852} \left( \frac{1}{10.50} \right)^{4.8655} = 18.96 \text{ pies}$$

$$d = 10.50''$$

Reemplazando datos en ( $\beta$ )

$$ADT = 262 + 18.96 = 281 \text{ pies (35.6 m)}$$

Equivalente en presión:

$$281 / 2.31 = 122.00 \text{ psi}$$

#### b) Selección de la bomba

Con los datos de la altura dinámica total y el caudal requerido, seleccionamos la siguiente bomba:

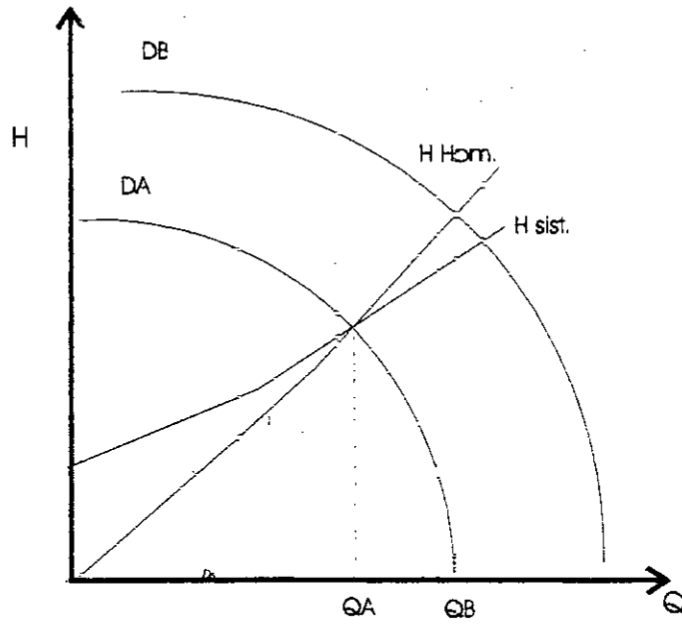
Bomba sumergible

Marca : Gorman Rupp

Modelo: S8D1-E275

De las curvas características de la bomba se observa que para el impulsor estándar, el punto de operación está ligeramente alejado de las condiciones requeridas; además el motor está acoplado en monoblock a la bomba y no se podría hacer una reducción por fajas, razón por la cual solo queda reducir el diámetro del impulsor.

b.2.- Determinación del diámetro del impulsor.



B.2.- Determinación del diámetro del impulsor.

$$\frac{Q_A}{Q_B} = \left(\frac{D_A}{D_B}\right)^3$$

Aplicando semejanza en la curva de Homología:

$$\left(\frac{1,902}{2200}\right)^{1/3} = \frac{D_A}{16}$$

$$D_A = 15.24" \quad (15-1/4")$$

b.3. Determinación de la potencia del motor: -

Considerando una eficiencia de 60% y una pérdida por altitud del 10% (Ver Anexo 8), tenemos:

$$P = \frac{120 \times 85.6}{0.6 \times 0.9 \times 75} = 253 \text{ HP}$$

Potencia Recomendada: 275 HP

b.4. Descripción de la electrobomba seleccionada:

Marca : Gorman Rupp (Ver Esp Tec. Anexo 11)

Modelo: S8D1-E275

Diámetro del impulsor: 14-7/16" (rodete recortado)

Carcaza del Motor: Aluminio

Eje del rotor: Acero inoxidable

Sello: 2 unidades operadas en aceite

Sello superior: Carbono-Ni resist

Sello inferior: Carburo de silicio

Diam. De descarga: 8"

MOTOR

Potencia: 275HP

RPM: 1750

Voltaje: 460V

Fases: 3

#### 4.12 Selección de la manguera - Estación de captación

En vista que las bombas de la primera irían montadas en una balsa flotante y la toma de agua descendía a medida que se desaguaba el Tajo; la conducción en la descarga de la bomba hasta la altura del máximo nivel del tajo debía ser flexible, por tal razón, se optó por una conducción por manguera en este tramo. (Ver Anexo 10 - Esp. Tec. )  
Se selecciono la siguiente manguera:

Marca : Amazon

Tipo: Heavy Duty -High Abrasión Resistance

Diámetro interior: 12-3/4"

Diámetro exterior: 15-1/8"

Presión de operación: 150 psi

#### 4.13. Selección de la tubería - Estación de Captación

Basándonos en la ecuación de la ISO

$$P = \frac{2S}{(SDR - 1)} * F * F_1 * F_2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

Donde:

P = Presión interior, psi

S = Esfuerzo Hidrostática de largo termino, psi (1600 psi para tubería de polietileno PLEXCC

SDR = Radio de Dimensión Estándar, (D/t)

D = Diámetro exterior (Ver Anexo 5)

t = Espesor mínimo de pared, pulg.

F = Factor de seguridad ( 0.5 para agua @ 23°C)

F<sub>1</sub> = Factor de vida de operación (Ver Anexo 3)

F<sub>2</sub> = Factor de corrección de temperatura (Ver Anexo 4)

En nuestro caso

$P = 122 \text{ psi}$

$F = 0.5$

$F_1 = 1.05$  (para 20 años de vida operacional)

$F_2 = 1.0$  (20°C de temperatura de operación)

Reemplazando en (7) y ordenando:

$$SDR = \frac{2S}{P} * F * F_1 * F_2 + 1$$

$$SDR = \frac{2 * 1600}{122} * 0.5 * 1.05 * 1.0 + 1 = 14.77$$

Tomamos  $SDR = 13.5$  (comercial)

Seleccionamos la siguiente tubería:

Tubería de HDPE de Extra alto peso molecular

Diámetro Nominal: 12"

SDR: 13.5

Diámetro interior: 10.786"

Espesor mínimo de pared: 0.944"

Peso : 154.08 lb/pie

Longitud por tubo: 12 m

Longitud total aproximada : 300 mt.

#### **4.14 Selección de los accesorios de la línea - Estación de Captación.**

##### **4.14.1. Selección de Válvula de retención:**

Válvula de Retención (Ver Anexo 6)

Marca: Check Rite

Modelo: ANSI 210

Rango de Presión. Hasta 285 PSI

Diámetro Nominal. 12"

Cuerpo. ASTM A 216

DISCO. SS 304

#### 4.14.2. - Selección de Válvula de Apertura/Cierre:

Válvula de mariposa (Ver Anexo 15 )

Marca : Keystone

Modelo: K-LOK

Figura: 360

Diámetro Nominal: 12"

Presión de operación: Hasta 150 psig

Disco: SS316

Cuerpo: Fierro Fundido

Accionamiento: Eléctrico

#### 4.14.3. -Selección de la Válvula de Drenaje:

Válvula de compuerta

Marca : Crane

Diámetro nominal: 12"

Presión de operación: 300 psi

#### 4.15. Calculo y selección de la bomba: Estación intermedia

Esta estación esta ubicada en la cota 3935.00.

En este lugar se construyeron 2 tanques de sedimentación de 1000 m<sup>3</sup> cada uno (captación de bombeo y recepción de reboses), hacia donde se descarga el agua proveniente de la primera etapa. Se proyectó instalar una electrobomba con sus respectivos accesorios y una línea similar, en paralelo, para stand by.

Los parámetros de diseño a usar son:

Altura Estática:  $4104 - 3935 = 169$  mt (554m).

Caudal= 120 LPS = 1902 GPM

a) Calculo de la Altura Dinámica Total:

ADT = Altura Estática + Altura de perdidas . . . . . (α)

Altura de Perdidas: Por la formula de Hazen Williams

$$H_f = (2.083 \times 10^{-5} L \cdot s) (100 Q/C)^{1.852} (1/d)^{4.8655}$$

Donde :

L = Longitud de tubería + longitud equivalente de accesorios . . . . . (β)

Longitud de tubería=1800 m (5,904 pies)

Longitud equivalente de accesorios:

Considerando el mismo diámetro interior de la tubería de la etapa de Captación (10.5') y los siguientes accesorios:

ACCESORIOS	CANT	LONG. EQUIVALENTE (pies)
Válvula de compuerta 8"Ø	1	7
Tee de 6"x6"x4"	1	10
Válvula de Mariposa de 14"Ø	1	47
Válvula check de 14"Ø	1	117
Tee de 14"x14"x14" de acero	1	18
*Codo de 60°x14" HDPE-SDR 7.3	2	22
*Codo de 30°x14" HDPE-SDR 7.3	2	14
** tee de 14"x14"x4 HDPE-SDR	1	20
13,5		
**Codo de 30°x14" SDR 13.5	3	30
Otros		60
<b>Total</b>		<b>345</b>

\*Diámetro interior: 10,5"

\*\*Diámetro interior: 11,8"x11,8"x 4"

\*\*\*Diámetro interior: 11,8"



Reemplazando la longitud equivalente de accesorios en la ecuación ( $\alpha$ ), tendremos

$$L = 5904 + 345 = 6249 \text{ pies}$$

$$s = 1$$

$$C = 155$$

$$Q = 1902 \text{ gal / min}$$

$$d = 10.5''$$

Luego:

$$hf = (2.083 \times 10^{-3} \times 6249 \times 1) \left( \frac{100 \times 1902}{155} \right)^{1.852} \left( \frac{1}{10.5} \right)^{4.8655} = 74 \text{ pies}$$

Reemplazando en ( $\alpha$ )

$$ADT = 554 + 74 = 628 \text{ pies}$$

Siendo su equivalente en presión:

$$628 / 2.31 = 272 \text{ psi}$$

Esta presión de operación cae fuera de los rangos de trabajo para Tuberías de polietileno estándar, razón por la cual tendremos que reducir las pérdidas aumentando el diámetro interior de la tubería.

Calculando la presión de operación para varios Diámetros interiores, tenemos el siguiente cuadro:

Diam. Int. Pulg	ADT Metros	Caudal	ADT
		Lps	(psi)
11,246	184,327	120	262,30
11,441	185,118	120	263,43
12,65	180,079	120	254,26
12,87	180,323	120	252,00

<=====

Escogeremos:

Diámetro Interior: 12.87"

El resumen del calculo de la ADT para el diámetro interior seleccionado se muestra a continuación:

ACCESORIOS	CANT	LONG. EQUIVALENTE (pies)
Válvula de compuerta 8"Ø	1	27
Tee de 6"x6"x4"	1	20
Válvula de Mariposa de 18"Ø	1	60
Válvula check de 18"Ø	1	150
Tee de 18"x18"x18" de acero	1	54
*Codo de 60°x18" HDPE-SDR 7.3	2	27
*Codo de 30°x18" HDPE -SDR 7.3	2	15
** tee de 18"x18"x4 HDPE-SDR 13,5	1	50
**Codo de 90°x18" SDR 13.5	3	30
Ctros		60
<b>Total</b>		<b>493</b>

\*Diámetro interior: 12.871"

\*\*Diámetro interior: 15"x15"x3,8"

\*\*\*Diámetro interior: 15"

$$L = 5904 + 493 = 6397 \text{ pies}$$

$$s = 1$$

$$C = 155$$

$$Q = 1902 \text{ gal / min}$$

$$d = 12.87"$$

$$d = 12.87''$$

Luego:

$$hf = (2.083 \times 10^{-3} \times 6397 \times 1) \left( \frac{100 \times 1902}{155} \right)^{1.852} \left( \frac{1}{12.87} \right)^{4.8655} = 28 \text{ pies}$$

$$ADT = 554 + 28 = 582 \text{ pies}$$

Equivalente en presión:

$$582 / 2.31 = 252 \text{ psi}$$

Esta presión cae dentro de los rangos de trabajo de las Tuberías de HDPE.

b) Selección de la bomba :

Datos de selección.-

Caudal: 120 lps (1902 GPM)

ADT: 252 psi (177 m)

De Catalogo de bombas VOGEL seleccionamos la siguiente bomba: (Ver Anexo 12)

Marca : Vogel

Tipo: Centrifuga- Horizontal- Multietapica

Modelo : 154 F3

N° de Etapas: 2

Caudal De operación: 120 LPS

ADT de operación: 177 m

Eficiencia: 81%

Perdida de potencia por altitud: 10% (ANEXO 8)

c) Cálculo de la potencia absorbida:

$$P = \frac{120 \times 177}{0.81 \times 75 \times 0.9} = 388 \text{HP}$$

Potencia recomendada: 400HP

d) Descripción de la electrobomba:

Marca : Vogel

Tipo: Centrifuga- Horizontal- Multietapica

Modelo : 154 P3-355M

N° de Etapas: 2

Caudal De operación: 120 LPS

ADT de operación: 180 m

Eficiencia: 81%

NPSHr. 4 m.

Carcaza: Fierro fundido

Impulsor: 316SS

Motor

Potencia: 400 HP

RPM: 1800

Endosure: TEFC

Frame: 449T

Factor de servicio: 1.15/F

Fases 3

Voltaje: 3

Fabricado por : GOULDS

e) Cálculo de la altura de succión mínima.

Se deberá tomar en cuenta debido a la gran altitud del lugar de trabajo (4200 msnm), que podría ocasionar

cavitación en la bomba , para estos calculamos el NPSH disponible del sistema

e.1) NPSH Disponible del Sistema.- Depende de las características de la red externa de la red conectada a la bomba. El NPSH disponible en el sistema, deberá ser mayor por lo menos en 0.5 m. Al NPSH requerido por la bomba, de otro modo se produciría cavitación.

El NPSHd se calcula con la siguiente expresión:

$$NPSH_d = \frac{\pm P + P_a - P_{vp}}{GE} \pm h_{sg} - h_{sf} \dots (\gamma)$$

Donde:

$P_a$  = Presión Atmosférica en el lugar de instalación. (Anexo 9)

$P$  = Presión adicional positiva (+) o negativa (-) sobre la superficie libre de succión. En metros de columna líquida.

$P_{vp}$  = Presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo. (Anexo 9)

$H_{sg}$  = Altura física del nivel de succión más desfavorable en metros, desde la superficie del líquido hasta el plano de referencia de la bomba.

Succión negativa: si la superficie del líquido queda mas baja que el plano de referencia se antepone el signo (-).

Succión positiva: Si la superficie del líquido queda mas alta que el plano de referencia se antepone el signo (+).

En nuestro caso:

$NPSH_r = 4 \text{ m}$  (curva característica de la bomba)

Además:

$NPSH_d (\text{mínimo}) = NPSH_r + 0.5$

$$\text{NPSHd (mínimo)} = 4 + 0.5 = 4.5 \text{ m}$$

$$\text{NPSHd} = 4.5$$

$$P = 0$$

$$P_e = 5.98 \text{ m}$$

$$P_{vp} = 0.238 \text{ m}$$

$$GE = 0.9982$$

$$H_{sf} = 1.1 \text{ m}$$

Ordenando la ecuación (γ) y reemplazando los datos:

$$h_{sg} = \text{NPSH}_D - \frac{P + P_e - P_{vp}}{GE} + h_{sf}$$

$$h_{sg} = 4.5 - \frac{5.98 - 0.238}{0.9982} + 1.1 = -0.15 \text{ m}$$

Este resultado indica que el nivel de la superficie del agua no puede estar 0.15 m por debajo del nivel del eje de la bomba (nivel de referencia). Razón por la cual es conveniente que la bomba tenga succión positiva.

#### 4.16. Selección de tubería - Estación Intermedia

Basándonos en la ecuación de la ISO

$$P = \frac{2S}{(SDR-1)} * F * F_1 * F_2 \dots \dots \dots (\gamma)$$

En nuestro caso

$P = 252 \text{ psi}$

$F = 0.5$

$F_1 = 1.05$  (para 20 años de vida operacional)

$F_2 = 1.0$  (20°C de temperatura de operación)

Ordenando (y) y reemplazando los datos:

$$SDR = \frac{2S}{P} * F * F_1 * F_2 + 1$$

$$SDR = \frac{2 * 1600}{252} * 0.5 * 1.05 * 1.0 + 1 = 7.6$$

Tomamos  $SDR = 7.3$  (comercial)

Seleccionamos por lo tanto, la siguiente tubería:

Tubería de HDPE de Extra alto peso molecular

Diámetro Nominal: 18"

SDR: 7.3

Diámetro interior: 12.87"

Espesor mínimo de pared: 2.466"

Peso : 51.81 lb/pie

Longitud por tubo: 12 m

Longitud total aproximada = 1,800 mt.

Calculo para prevenir deformaciones en tubería enterrada:

Entre el inicio de la cota 3980 y la llegada al Tanque de Tratamiento, la tubería deberá ir enterrada para no obstaculizar al paso de vehículos que por esa zona circulan.

**CALCULO PARA PREVENIR DEFORMACIONES EN TUBERIA ENTERRADA**

<b>Qt</b>	<b>CARGA TOTAL SOBRE TUBERIA</b>	<b>(N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>0,13</b>	
<b>Pe</b>	Peso especifico del material de relleno	<b>(Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1900,00</b>	
<b>H</b>	Altura de cobertura	<b>M</b>	<b>1,00</b>	
<b>I</b>	Factor de impacto		<b>1,50</b>	
<b>Pv</b>	Carga superficial por circulación	<b>(Kg/m<sup>2</sup>)</b>	<b>7322,00</b>	
$Qv = Pe \cdot H + I \cdot Pv$				
			<b>A corto termino</b>	<b>A largo termino</b>
<b>Rs</b>	<b>RIGIDEZ DE LA TUBERIA</b>	<b>(N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>0,14</b>	<b>0,56</b>
<b>Eb</b>	Modulo de deformación del terreno	<b>(N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>8,00</b>	<b>8,00</b>
	Compactación del terreno	<b>%</b>	<b>95,00</b>	<b>95,00</b>
<b>W</b>	Modulo de inercia superf. de la tubería	<b>mm<sup>3</sup></b>	<b>23203,76</b>	<b>23203,76</b>
<b>E</b>	Modulo de elasticidad de la tubería	<b>(N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>758,34</b>	<b>194,41</b>
<b>Eb</b>	Compresión del terreno	<b>%</b>	<b>1,58</b>	<b>1,58</b>
$W = S^2/12$				
$Rs = Eb/(E \cdot w/D^3)$				
$Eb = Qv/Eb$				
<b>dv</b>	<b>DEFORMACION DE LA TUBERIA</b>	<b>%</b>	<b>0,24</b>	<b>0,24 OK</b>
<b>dv/eb</b>	Deformación relativa		<b>0,15</b>	<b>0,15</b>
$dv = (dv/eb) \cdot eb$				

Nota : Por recomendación de fabricante los valores de la deformación no deben ser mayores del 6%, por lo tanto nuestra tubería cae dentro del rango de deformación admisible



#### 4.17. Selección de los accesorios de la línea - Estación intermedia

##### 4.17.1. Selección de Válvula de retención:

Válvula de Retención

Marca: Check Rite

Modelo: ANSI 210

Rango de Presión. HASTA 285 PSI

Diámetro Nominal. 18-3/4"

Cuerpo. ASTM A 216

DISCO. SS 304

##### 4.17.2 Selección de Válvula de Apertura/Cierre:

Válvula de mariposa

Marca : Keystone

Modelo: K-LOK

Figura: 370

Diámetro Nominal: 18"

Presión de operación: Hasta 740 psi

Disco: SS316

Cuerpo: Fierro Fundido

##### 4.17.3 Selección de la válvula de alivio (de desahogo)

Esta válvula se instala en la descarga de las bombas y sirve para aliviar la línea de las sobrepresiones producto del golpe de ariete o para la dilatación de líquido en líneas que se pueden obstruir.

Utilizaremos la siguiente ecuación para determinar el tamaño de la válvula de alivio:

$$A = \frac{gpm \sqrt{G}}{27.2 K_p K_w K_v \sqrt{P - P_b}} \quad (*)$$

(\*) Válvulas: Selección uso y mantenimiento -

Richard Greene - Pag 87.

Donce:

A = Superficie efectiva de Descarga de la boquilla, in<sup>2</sup>

Gpm = Volumen de flujo, gal/min.

$K_p$  = Factor de corrección de capacidad debido a la sobrepresión, 1.00 para 25% de sobrepresión, sin dimensiones.

$K_w$  = Factor de corrección debido a la viscosidad = 1.0  
contrapresión en válvulas de fuelle = 1.0 para válvulas convencionales, sin dimensiones.

$K_v$  = Factor de corrección debido a la viscosidad = 1.0 en donde el número de Reynolds de la boquilla es mayor de 60,000 o la viscosidad a la temperatura de desahogo es menor de 200 SSU, sin dimensiones.

P = Presión graduada de válvula de desahogo, psig.

$P_b$  = Contrapresión, psig.

G = Densidad relativa del fluido a la temperatura del flujo, sin dimensiones.

En nuestro caso:

P = 252 psi

$P_b$  = 0

Gpm = 1902

G = 1

$K_p$  = 1

$K_w$  = 1

$K_v$  = 1

Reemplazando :

$$A = \frac{1902\sqrt{1}}{27.2 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \sqrt{252}} = 4.37 \text{ pulg}^2$$

Este orificio comprende a la clase N (4.34 Pulg<sup>2</sup>) que corresponde a un tamaño de válvula de 4x6 (diámetro de entrada x diámetro de salida), pulg.

De Catalogo de válvulas Gestra, (Anexo 13), seleccionamos:

Válvula de desahogo

Marca :Gestra

Tipo: GSV 901/902

Tamaño:100x150

Presión Nominal: PN 40/16 ( 16 - 40bar)

#### 4.17.4 Selección de Válvulas aireadoras:

Estas válvulas son accesorios que se colocan en las partes mas altas de la trayectoria de la Línea y protegen a ésta contra depresiones perjudiciales para la tubería y de bolsas de aire; que le restan capacidad de flujo.

Calculo del flujo de aire a través de la válvula

De catalogo de válvulas APCO (Anexo 6), tenemos :

- Durante el drenaje de la línea (en caso de mantenimiento):

$$CFM = 0.08666 (SD^5)^{1/2}$$

Donde:

S= Gradiente (en pies/pie de longitud)

D = Diámetro interior del tubo en pulg.

CFS = Caudal en pies<sup>3</sup>/seg

$$CFM = 0.0866 \times (0.58 \times (12.561)^5)^{1/2}$$

CFM = 37

En la gráfica de afluentes (Boletín APCO 610) y considerando un vacío de (-5psi)

Encontramos una válvula recomendada de 4"Ø.

□ Durante el llenado de la línea por bombeo:

$$C.F.S. = \frac{\text{GPM de la bomba}}{449}$$

$$C.F.S. = 4.24$$

De la gráfica de efluentes (catalogo APCO -Boletín 601)

Comparando las dos medidas; seleccionamos :

(02 Válvulas de aire y vacío

Marca : APCO

Tamaño: 4-Ø

Por recomendación se sugiere instalar 2 válvulas aireadoras ubicadas en las siguientes cotas:

-Al inicio de la cota 3990

-A 800m de la primera válvula aireadora (aguas arriba).

## 5. - MONTAJE Y PROCESO DE SOLDADURA DE TERMOFUSION EN TUBERIAS DE HDPE

En este capítulo brindamos la información necesaria para realizar el montaje del Nuevo Sistema de Bombeo, en el cual se destaca la instalación de las tuberías de polietileno y sus accesorios

### 5.1 Equipo requerido para el montaje y soldadura de Tuberías de HDPE

Para el montaje y soldadura de la línea de tubería de Bombeo del Tajo Tintaya se requirió del siguiente equipo y personal:

- (01) Retroexcavadora JCV 90 de brazo largo.
- (01) Equipo de soldadura por termofusión  
Marca Mc Elroy  
Modelo 6-18 STD
- (01) Equipo de soldar Eléctrico marca Solandina.
- (01) Camión Grúa de 6 toneladas de transporte de materiales a la zona de trabajo
- (01) Winche de arrastre de 5 ton de capacidad
- (01) Técnico soldador de Termofusión
- (08) Ayudantes

La técnica usada en la unión de las tuberías fue la de SOLDADURA POR TERMOFUSION (Ver Anexo 7)

### 5.2 Equipo de soldadura de termofusión para tuberías de HDPE

Las máquinas de soldar son equipos muy especiales que están conformadas por los siguientes elementos:

- **Elemento Calefactor.**- Plancha metálica de calentamiento a base de una resistencia eléctrica interna. El metal de la plancha es liviano para facilitar su

manipuleo y tiene una cubierta fina de Asbesto para evitar la adhesión del material plástico.

- **Cepilladora.**- Disco giratorio provista de cuchillas que realiza la operación de arranque de viruta con la finalidad de uniformizar la superficie de las caras a unir y lograr que el contacto entre ellas sea total.
- **Mecanismo de unión.**- Es un sistema mecánico o hidráulico cuya función es poner en contacto y/o separar la tubería sucesivamente con el elemento calefactor, la refrendara y los extremos de la tubería fundida.

En las máquinas modernas este mecanismo lo conforma un círculo - OleoHidráulico que acciona un cilindro de doble efecto al cual van adosadas unas mordazas móviles que acercan o separan las tuberías según el requerimiento, a la presión regulada.

### 5.3 Proceso de soldadura por termofusión

Es el procedimiento por el cual, tanto las tuberías como los accesorios de HDPE son unidos entre sí por medio de calor y presión, utilizándose para ello máquinas que alinean ambas piezas a unir, las cuales luego de ser rectificadas en sus extremos por un plato fresador, encuadran ambas caras obteniendo el paralelismo de las superficies, para luego proceder a calentarlas con un plato calefactor a una presión determinada y constante durante el espacio de tiempo requerido y, por último se juntan ambas superficies ejerciéndoles presión y logrando así la fusión de las piezas que luego de enfriarse en forma adecuada, quedan como si fuera una sola pieza, con todas las propiedades mecánicas, físicas y químicas del tubo extruido.

#### 5.4 Parámetros de referencia en el procedimiento de control de soldaduras por termofusión

Las especificaciones técnicas que se tuvieron en cuenta durante los trabajos son las consideradas en la descripción de los procesos respectivos, que a continuación se detallan:

##### 5.4.1 Proceso de soldadura de termofusión para tuberías de HDPE.

Este proceso de soldadura, por ser de polietileno de alta densidad requiere que se siga un procedimiento especial que a continuación se detalla:

- *Colocación de las tuberías.*- Se instalan las tuberías a soldar, sobre la máquina asegurando un ajuste adecuado hasta que las tuberías estén perfectamente alineadas.
- *Presentación.*- Después de hacer el montaje sobre la máquina, se verifican las siguientes condiciones que se deben cumplir:
  - Perpendicularidad de las caras con el eje de las tuberías.
  - Contacto de las caras de los extremos (debe ser total)
  - Verificar un perfecto alineamiento.
- *Refrentado.*- Se coloca la refrentadora entre los dos extremos de las tuberías.
  - Se unen a ella con ayuda del mecanismo de unión.
  - Se acciona la refrentadora, que debe arrancar el material necesario hasta lograr el contacto total entre las caras.
  - Comprobada la condición anterior, se retira la refrentadora.
- *Fusión y Unión de Extremos.*- se deben cumplir las siguientes condiciones:
  - Una vez que la plancha energizada haya alcanzado la temperatura recomendada se coloca esta entre los extremos.

Se pone en contacto a las tuberías con la plancha a una presión determinada.

Se calienta hasta formar un espesor de cordón suficiente en ambas tuberías (1/16" - 1/4")

Se separan las tuberías para retirar la plancha.

Se juntan rápidamente los extremos fundidos a la presión recomendada.

□ **Enfriamiento.-**

Se deja enfriar por el tiempo necesario hasta que el material alcance a temperatura ambiente. Este tiempo se puede estimar aproximadamente en 30 segundos por pulgada de diámetro de tubería.

Finalizado este paso, se aflojan las morcasas y se corren las tuberías, dejando el último extremo de la tubería a la altura de la máquina y colocando la siguiente, para reiniciar el ciclo.

De todo los pasos mencionados se consideran como fases del proceso sujetas de control a las siguientes:

- Refrentado
- Fusión de extremos
- Unión de extremos
- Enfriamiento

#### 5.4.2 Parámetros de la soldadura de termofusión para tuberías DE HDPE

Los parámetros que se deben considerar para tener una buena unión por soldadura

son las siguientes:

- Temperatura superficial de la plancha
- Presión de fusión



- Tiempo de enfriamiento
- Presión de refrentado
- Presión de unión

Los parámetros arriba indicados no son fijas, varían de acuerdo al espesor de la tubería (SDR), al diámetro de la tubería y a la temperatura del medio.

Aunque existen algunas recomendaciones generales sobre algunos valores referenciales.

*Temperatura Superficial.*- El valor de la temperatura recomendada por el fabricante varia entre 400°F - 500°F. Valores cercanos al límite inferior, para tuberías de pequeño diámetro, por la facilidad de controlar el espesor del cordón y los valores cercanos al límite superior para tuberías de diámetro mayores, con el objeto de acelerar la fusión.

*Presión de Refrentado.*- Los fabricantes recomiendan que el valor de este parámetro este entre los valores de 50 - 85 psi.

Presión de Unión.- Los valores de presión son variables y dependientes del diámetro y espesor (SDR) de la tubería. Habiendo elaborado el fabricante tablas con algunos valores. El fabricante de máquinas Mc Elroy recomienda para el modelo 618E las presiones que se indican en la tabla adjunta:

PRESIONES HIDRAULICAS MANOMETRICAS RECOMENDADAS (psi)				
Maquina :	Mc Elroy			
Modelo N°:	61E STD			
Tipo de maquina:	Estándar			
Tamaño:	6" -18"			
Area de pistón:	6,01 pulg <sup>2</sup>			
Temperatura de calentamiento +/- 10° F				
Diam Nom.	SDR	400 °F	450°F	500°F
12" IPS	7	176	412	568
	7,3	142	367	517
	9	124	312	438
	11	109	267	372
	11,5	106	257	359
	13,5	96	227	314
	15,5	88	203	280
	17	83	189	260
	19	78	173	237
	21	73	160	218
	26	65	136	184
	32,5	59	116	154
18" IPS	7	450	1140	1636
	7,3	345	976	1396
	9	294	822	1174
	11	251	694	989
	11,5	243	668	951
	13,5	214	581	827
	15,5	192	516	731
	17	179	476	674
	19	164	431	610
	21	152	395	558
	26	129	328	461
	32,5	110	270	377

### 5.5 Prueba hidrostática

Son pruebas que se realizan durante la instalación de la tubería para determinar el grado de garantía que ofrecen las juntas.

El tamaño de muestra depende de la longitud de la tubería:

Para longitudes menores a 500 m, las pruebas se pueden hacer a toda la línea culminada la instalación.

Para longitudes mayores conviene hacerlo por tramos de longitudes menores o iguales a 500 m

Se distinguen dos clases de pruebas:

- A) De Hermeticidad
- B) De sobrepresión

#### 5.5.1 Presión Hidrostática de Hermeticidad.-

Consiste en someter a la línea a una determinada presión neumática y verificar el sostenimiento de la presión. Si existiera algún descenso significativo, esto es signo de fugas, que no debe ser por ningún motivo a través de la costura.

#### 5.5.2 Presión Hidrostática de sobrepresión .-

Consiste en someter a la línea o tramos de línea a presiones que superen en un rango de 1½ a 2 veces por un tiempo no mayor a 8 horas .

El equipo necesario para esta prueba consiste en una bomba , un manómetro conectado a la línea , una brida ciega montada en el extremo final y una válvula de purga que permita el escape de aire.

Se debe tener cuidado de no someter a prueba a una misma línea entre lapsos menores de 8 horas y a una línea que no ha pasado por su periodo correspondiente de enfriamiento.

### 5.6 . Aplicación del método PERT en el proyecto

La aplicación de PERT se concreta en aquellas tareas en que hay incertidumbre en cuanto a los tiempos de terminación. Se aplica el método PERT para este proyecto por que no existen precedentes de hacer este tipo de

montajes en nuestro país, por lo que se justifica utilizar este método para poder calcular la ruta crítica del proyecto y con esto poder planificar, programar, controlar y poder ejecutar el proyecto en las fechas indicadas. La planificación consiste en un análisis de las actividades que deben intervenir en el proyecto y el orden en que han de tener lugar. La programación en el PERT es estimar las duraciones de las tareas con el mínimo de recursos, es decir que el tiempo y el coste están relacionados directamente en el proyecto.

Los fundamentos del sistema PERT son la representación gráfica del proyecto mediante diagramas de flechas o también llamada red de flechas, la red se crea según el orden de realización de las tareas u operaciones, paso a paso hasta el final del proyecto, estas u operaciones se llaman actividades.

Una actividad puede comprender una sola tarea o bien una serie de ellas, todo depende de la designación del responsable de los trabajos que se realizan bajo sus ordenes según la conveniencia de la realización del proyecto, por tanto habrá tantas actividades como responsables.

Gráficamente una actividad esta compuesta de dos partes : la primera que es la ejecución del trabajo y esta representa por una flecha con orientación de izquierda a derecha y la segunda se llama suceso que generalmente se dibuja con dos círculos o dos rectángulos poniéndolos en los dos extremos de la flecha.

El suceso en un instante de la actividad que sirve como el punto de control describiendo el momento de comienzo o terminación de la actividad.

La actividad es un símbolo de trabajo en proceso, por tanto todas las actividades requieren tiempo y recursos.

La longitud de la flecha no represente la cantidad de tiempo como en los gráficos de GANTT. La dirección de las flechas no tienen sentido vectorial, es simplemente una progresión de tiempo, como el tiempo no retrocede, la orientación de la flecha siempre es de izquierda a derecha.

Una actividad debe estar terminada para que la subsiguiente pueda comenzar. Como todas las actividades tienen sus sucesos iniciales y finales, el suceso final de la actividad precedente es el mismo suceso inicial de la subsiguiente:

Sin embargo, hay una excepción en los sucesos iniciales y finales, el primer suceso inicial del proyecto no tiene una actividad que la preceda y el último suceso final tampoco tiene una actividad que la subsiga.

En la fase de planificación es necesario estudiar las actividades que deben intervenir y sus relaciones de precedencia.

La enumeración de los sucesos es otro sistema para la identificación de la actividad, para facilitar el cálculo en el computador es conveniente asignar números naturales a los sucesos iniciales y finales.

Así podemos llamar a las actividades de la siguiente manera:

Actividad A = ( 1, 2 )

Actividad B = ( 2, 3 )

Actividad C = ( 2, 4 )

Actividad D = ( 3, 4 )

Actividad E = ( 4, 5 )

A los sucesos iniciales también se le representa por "i" y a los sucesos finales por "j". Normalmente los i y j siguen la sucesión de los números naturales con la i menor que la j. Si se le denomina 1 al primer suceso y se sigue sucesivamente según el orden natural de los números enteros.

Antes de confeccionar cualquier red de flechas, se debe concretar el objetivo del proyecto, es decir el último suceso del diagrama. Una vez conocido el objetivo, normalmente se suele hacer una lista de actividades que posiblemente intervendrán en el proyecto. Esta lista se puede hacer en una reunión, o bien consultando al planificador a los responsables del proyecto para ver cuál será el mejor modo de terminar el suceso final y por tanto el proyecto, anotando las

actividades necesarias. Tanto en la reunión de todos los responsables como en la consulta particular de cada uno, el planificador tiene siempre presentes las siguientes preguntas a fin de relacionar las actividades en un orden lógico de realización en forma de red de flechas.

- ¿ Que actividad debe preceder a esta ?
- ¿ Que actividad puede seguir a esta ?
- ¿ Que se puede realizar paralelamente al suceso inicial de esta ?

En función a estas incógnitas se va elaborando el cuadro de precedencias en el que se apuntan todas las actividades cada una con sus precedentes, con la que ya se puede construir la red de flechas que es la base para el programa PERT.

Hasta ahora podemos decir que hemos terminado la fase de planificación y entramos a la fase de programación. La programación consiste en estimar la duración de cada actividad. Esta estimación puede ser determinística o probabilística.

Vamos a ver primero la determinística, esto quiere decir que la duración será única y exacta.

Primero se construye el diagrama de flechas y se discute entre los responsables que intervienen en el proyecto, sobre que actividades son necesarias y que relación de precedencia hay entre ellas. Luego se estiman la duración  $t(i, j)$  de cada actividad. Ahora se calculan los tiempos de lo más pronto posible en que puede empezar y terminar una actividad y lo señalaremos con  $t(i)$  y  $t(j)$  respectivamente.

Ahora vamos a calcular el tiempo lo más tarde permisible ( $t^*$ ) en que podemos terminar y comenzar. El tiempo lo más tarde permisible es muy importante, porque un retraso en cualquier suceso podrá arrastrar el retraso al último suceso. El computo se hace desde el final de proyecto hacia el comienzo restando el tiempo de cada actividad.

Una interesante observación es que el primero y en el último suceso, el tiempo lo más pronto posible es igual que lo más tarde permisible, en caso que no sea así el cómputo es erróneo.

En cualquier proyecto algunas actividades son flexibles, respecto a cuando se pueden comenzar o terminar, otras no son flexibles, de forma que si se demora cualquiera de ellas, se retrasará todo el proyecto.

Estas actividades inflexibles se llaman críticas y la cadena de ellas forma un camino crítico. El camino crítico es la duración más larga a través del proyecto. Hay siempre por lo menos un camino crítico en cada proyecto y muchas veces varios.

Podemos definir el camino crítico como aquello en el cual las actividades no tienen holguras de tiempo para comenzar ni para terminar.

Desde el punto de vista de la dirección es muy importante estrechar la vigilancia sobre las críticas ya que al retrasarse cualquiera de ellas se retrasa todo el proyecto.

As mismo, no se deben dejar de controlar las actividades no críticas, porque a pesar de que tengan holguras de tiempo o margen libre para la realización de la tarea, tanto para comenzar como para terminar tienen su límite. Si se pasa ese límite, se convierten en críticas. Por esta razón es conveniente calcular la magnitud de estas holguras de tiempo.

Uniendo todas las actividades cuyas holguras de actividad son cero (forzosamente las holguras del suceso también son ceros) se forma un camino.

Este camino se denomina el camino crítico.

Podemos definir el camino crítico de esta manera " Camino crítico es la cadena formada, desde el primer suceso hasta el último con las actividades cuyas holguras de tiempo son cero".

En muchos casos en los proyectos no nos pueden decir la fecha exacta de a terminación de un trabajo, pero si nos pueden decir el tiempo más probable en el trabajo en que el trabajo se puede terminar según experiencias anteriores y su juicio sobre la carga actual de los recursos disponibles. Sin embargo siempre hay imprevistos que pueden adelantar o retrasar la fecha de terminación. El sistema PERT ha tenido gran éxito por su forma de calcular la duración de una actividad. Este sistema consiste en preguntar al responsable del trabajo por tres fechas de duración de la actividad:

La fecha más probable (m) es el tiempo normal en que la actividad puede llevarse a cabo y cuyo resultado se obtiene frecuentemente, repitiendo la actividad muchas veces bajo las mismas circunstancias.

La fecha optimista (a) es el tiempo mínimo que se requiere para la terminación de la actividad si todos los factores del trabajo marchan con buena suerte. La probabilidad de que se cumpla esta fecha optimista es aproximadamente el 1%.

La fecha pesimista (b) es el tiempo máximo en que la actividad puede tener lugar y cuyo resultado ocurre solamente en el caso de mala suerte, por ejemplo una avería en las maquinas, un corte en la corriente eléctrica, una enfermedad del personal o retraso en la entrega de suministros, etc.

Sin embargo no se deben estimar en el tiempo pesimista incluyendo todos los contratiempos extremistas, pues en la vida normal no suelen suceder tales casos, por ejemplo huelga general, epidemia, incendio, etc. Si se tienen en cuenta estos sucesos en los cálculos del tiempo pesimista, este será infinito.

Estas estimaciones de tiempo los dará el responsable directo que se encarga de la realización de la actividad, cualquier otra fuente de estimación no será correcta, pero solo servirá como base de comparación.

Una vez obtenida las tres estimaciones, se calcula la estimación intermedia del tiempo de la duración (D).



$$D = \frac{a + 4m + b}{6}$$

Si la estimación del tiempo de duración es única (caso determinístico), quiere decir que se terminara la actividad en la fecha fijada con certeza.

#### ACTIVIDADES

Importación de Tuberías y bombas
Transporte material a obra
Fabricación de anclajes
Montaje de anclajes
Trazo línea de tendido y anclajes
Excavación para bases de concreto
Fabricación de refuerzos de cimentación
Montaje de refuerzos de cimentación
Excavación para cimentación de bomba
Encofrado de cimentación
Soldadura de tuberías y accesorios de Acero
Llenado base cimentación de bombas
Encofrado bases de tajo a Estación Intermedia
Llenado de bases de tajo a Estación Intermedia
Montaje de tuberías de tajo a Estación Intermedia
Encofrado bases de Estación Intermedia a tanques
Llenado de bases de Estación Intermedia a tanques
Montaje de tuberías de Estación Intermedia a tanques
Fraguado base de bombas
Montaje de bombas de Estación Intermedia
Tendido de manguera hasta bomba sumergible
Montaje de bomba en Balsa flotante
Soldadura por termofusión tramo tajo a Estación Interm.
Soldadura por termofusión tramo Est. Interm. a tanques
Soldadura por termofusión de accesorios
Prueba de hermeticidad
Prueba de presión
Recepción

CUADRO DE ACTIVIDADES DE LA INSTALACION DEL NUEVO SIST. DE BOMBEO - TAJO TINTAYA

(i,j)	DESCRIPCION	DURACION ESTIMADA			DURACION CALC.		TIPO	FECHA MAS PRONTO POSIBLE		FECHA MAS TARDE PERMISIBLE		Holgura TOT.
		a	m	b	o	o		o	o	o	o	
(1,2)	Importacion de tuberías y bombas	42	50	60	50	9	CRITICO	0	50	0	50	0
(2,3)	Transporte material a obra	3	4	5	4	0,11	CRITICO	50	54	50	54	0
(3,7)	Fabricacion de anclajes	2	3	5	3	0,25	CRITICO	54	57	54	57	0
(7,8)	Montaje de anclajes	1	2	3	2	0,11	CRITICO	57	59	57	59	0
(3,4)	Trazo linea de tendido y anclajes	1	2	3	2	0,11	CRITICO	54	56	54	56	0
(4,8)	Excavacion para bases de concreto	2	3	4	3	0,11	CRITICO	56	59	56	59	0
(3,5)	Fabricacion de refuerzos de cimentacion	1	2	3	2	0,11	NO CRIT	54	56	80	82	26
(5,9)	Montaje de refuerzos de cimentacion	1	2	3	2	0,11	NO CRIT	56	58	82	84	26
(3,8)	Excavacion para cimentacion de bomba	1	2	3	2	0,11	NO CRIT	54	56	81	83	27
(6,9)	Encofrado de cimentacion	1	1	2	1	0,03	NO CRIT	56	58	83	84	27
(8,16)	Soldadura de tuberías y accesorios de Acero	4	5	6	5	0,11	NO CRIT	59	63	74	78	15
(9,12)	Llenado base cimentacion de bombas	1	1	2	1	0,03	NO CRIT	58	59	84	85	26
(8,10)	Encofrado bases de tajo a Estacion Intermedia	3	4	5	4	0,11	NO CRIT	58	63	64	68	5
(10,13)	Llenado de bases de tajo a Estacion Intermedia	1	2	3	2	0,11	NO CRIT	63	65	68	70	5
(13,16)	Montaje de tuberías de tajo a Estacion Intermedia	7	8	10	8	0,25	NO CRIT	65	73	70	78	5
(8,11)	Encofrado bases de Estacion Intermedia a tanques	3	4	5	4	0,11	CRITICO	59	63	59	63	0
(11,14)	Llenado de bases de Estacion Intermedia a tanques	2	3	5	3	0,25	CRITICO	63	66	63	66	0
(14,16)	Montaje de tuberías de Estacion Intermedia a tanques	10	12	15	12	0,69	CRITICO	66	78	66	78	0
(12,15)	Fraguado base de bombas	2	3	5	3	0,25	NO CRIT	59	62	85	88	26
(15,20)	Montaje de bombas de Estacion Intermedia	2	3	5	3	0,25	NO CRIT	62	65	88	91	26
(16,18)	Tendido de manguera hasta bomba sumergible	2	2	4	2	0,11	NO CRIT	78	80	87	89	9
(18,20)	Montaje de bomba en Balsa flotante	2	2	4	2	0,11	NO CRIT	80	82	89	91	9
(16,17)	Soldadura por termofusion tramo tajo a Estacion Intermedia	3	4	5	4	0,11	CRITICO	78	82	78	82	0
(17,19)	Soldadura por termofusion tramo Est. Intermedia a tanques	5	6	7	6	0,11	CRITICO	82	88	82	88	0
(19,20)	Soldadura por termofusion de accesorios	2	3	5	3	0,25	CRITICO	88	91	88	91	0
(20,21)	Prueba de hermeticidad	1	2	3	2	0,11	CRITICO	91	93	91	93	0
(21,22)	Prueba de presion	2	3	5	3	0,25	CRITICO	93	96	93	96	0
(22,23)	Recepcion	1	1	2	1	0,03	CRITICO	96	97	96	97	0

## 6.0 EVALUACION ECONOMICA

La evaluación técnica económica del Nuevo proyecto de Bombeo del Tajo Tintaya estará en función solamente del análisis de los costos directos e indirectos involucrados en el desarrollo del mismo. Debe tenerse presente que sería difícil en este proyecto determinar el periodo de recuperación del proyecto de inversión, dado que en este proyecto nuestra Cia participa solamente del suministro e instalación de los equipos, tuberías y accesorios requeridos. Todos los precios están en USD, dolares americanos.

Por esta razón solo nos hemos limitado a registrar los costos, y nuestro precio de venta del servicio ofrecido. Dentro de estos costos hemos considerado el Costo de Materiales Directos, Costo de mano de Obra Directa, y el Costo de los Materiales Indirectos, como a continuación mostramos.

### 6.1 Materiales Directos - Costos

Son los materiales que hemos suministrado y forman parte de la instalación de Bombeo de Agua. Estos costos los presentamos en el Cuadro 1 continuación :

De esta tabla observamos que

Costo Materiales Directos (Cuadro I )		601,742.00
	Total Costo Mat. Directos	601,742.00

### 6.2 Costo de mano de Obra Directo

En el costo de mano de obra directa se considera al personal que interviene la Prefabricación y el montaje tanto del Sistema alimentador como de su equipamiento, este se muestra en el Cuadro II.

Para esto hemos estimado que el montaje se realizara en 68 días, por lo que se tendrá :

Costo Mano de Obra Directo (Cuadro II )	290.00	47	13,630.00
Beneficios Sociales (25% aprox. M.O.D )			3,407.50
		Total Costo Mat. Directos	17,037.50

### 6.3 Costo de Materiales Indirecto

Por experiencia en este tipo de trabajos se considera el 5 % de los materiales directos.

Costo de Materiales Indirectos		30,087.10
--------------------------------	--	-----------

#### 6.4 Costo de Servicios a Terceros

Son gastos de alquiler de equipos.  
Estos costos los presentamos en el Cuadro II

Costo de Materiales Indirectos (Cuadro III) 12.180,00

#### 6.5 Precio de Venta

El Costo de fabricación estará dado por la suma de los Costos de materiales directos, Costo de Mano de Obra directo, y el Costo de materiales indirectos, y el Costo de servicios a terceros

Conocido el Costo de fabricación, podríamos determinar el precio de Venta de este Proyecto, considerando nuestros Gastos Generales y la respectiva utilidad en un margen del 30 %.

Costo de fabricación : 661.046,60  
Gastos Generales y Utilidad (30 %) 198.313,98

Precio de Venta : 859.360,58

### CUADRO I : MATERIALES DIRECTOS

En los materiales directos, para ser mas didacticos hemos dividido el sistema en Varias secciones desde la Seccion 1, hasta la seccion 19, las cuales mostramos a continuacion

Item	Descripción	USD/día
1	BOMBA SUMERGIBLE PRINCIPAL	97.992,00
2	BOMBA SUMERGIBLE BY PASS	95.382,00
3	MANGUERA	7.315,00
4	TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION CAPTACION	0.222,00
5	TUBERIA INCLINADA - ESTACION CAPTACION	8.450,00
6	TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION CAPTACION	8.746,00
7	TUBERIA VERTICAL - ESTACION CAPTACION	2.561,00
8	BOMBA INTERMEDIA PRINCIPAL	73.570,00
9	BOMBA INTERMEDIA BY PASS	68.580,00
10	TUBERIA INCLINADA - ESTACION INTERMEDIA	34.078,00
11	TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA	17.134,00
12	TUBERIA INCLINADA - ESTACION INTERMEDIA	15.498,00
13	DESAERADOR - ESTACION INTERMEDIA	4.810,00
14	TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA	37.150,00
15	TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA	37.150,00
16	TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA	35.952,00
17	TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA	35.952,00
18	DESAERADOR - ESTACION INTERMEDIA	4.810,00
19	TUBERIA VERTICAL - ESTACION INTERMEDIA	6.390,00
<b>Total =</b>		<b>601.742,00</b>

### CUADRO II : MANO DE OBRA

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/día	USD/día
1	Ingeniero Residente	1	ea	60	60,00
2	Supervisor	1	ea	30	30,00
3	Tecnico soldador termofusion	1	ea	25	25,00
4	Ayudantes en Maq. Termofusion	2	ea	10	20,00
5	Soldador electrico	1	ea	25	25,00
6	Ayudantes de la Obra	8	ea	10	80,00
7	Electricista	1	ea	25	25,00
8	Mecanico	1	ea	25	25,00
<b>Total =</b>					<b>290,00</b>

### CUADRO III : SERVICIOS A TERCEROS - ALQUILER DE EQUIPOS

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/día	USD/día
1	Retroexcavadora	47	ea	240	11.280,00
2	Camion Grúa	15	ea	60	900,00
<b>Total =</b>					<b>12.180,00</b>

SECCION 1 : BOMBA SUMERGIBLE PRINCIPAL

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Cable de acero de 1"Ø x 2 m.	1,00	ea	60	60,00
2	Bomba Gorman Rupp Sumergible S8-D1-E275	1,00	ea	87562	87.562,00
3	Brida de Ac.de 8" - ANSI 150 - RF - cuello corto	1,00	ea	120	120,00
4	Niple de Ac. De 8" Ø x 1.5m - Sche. 40	1,00	ea	45	45,00
5	Codo de Ac. 90° - 8" Ø - Sche. 40	1,00	ea	200	200,00
6	Brida de Ac.de 8" - ANSI 150 - RF - cuello corto	1,00	ea	120	120,00
7	Reductor de Ac. De 8"x12" - ANSI 150	1,00	mt	200	200,00
8	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello corto	1,00	ea	200	200,00
9	Valvula Check de 12" de Ac.	1,00	ea	1800	1800,00
10	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello largo	1,00	ea	230	230,00
11	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello largo	1,00	ea	230	230,00
12	Valvula de Mariposa de 12" con Act. Electrico	1,00	ea	3500	3.500,00
13	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello corto	2,00	ea	200	400,00
14	Niple de Ac. De 12" x 1 m - Sche. 40	1,00	ea	60	60,00
15	Tee de ac. 12" x 12" x 12" - Sche. 40	1,00	ea	250	250,00
16	Niple de Ac. De 12" x 1.5 m - Sche. 40	1,00	ea	70	70,00
17	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello corto	1,00	ea	200	200,00
18	Valvula de compuerta de 12" - Clase 150	1,00	ea	2100	2.100,00
19	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello corto	1,00	ea	200	200,00
20	Niple de Ac. De 12" x 0.5 m - ANSI Sche. 40	1,00	ea	25	25,00
21	Pernos de Ac. 3/4" x 4" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	40,00	ea	6	240,00
22	Esparragos de Ac. 3/4" x 10" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	24,00	ea	10	240,00
Total =					97.992,00

SECCION 2 : BOMBA SUMERGIBLE - BY PASS

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Cable de acero de 1"Ø x 2 m.	1,00	ea	60	60,00
2	Bomba Gorman Rupp Sumergible S8-D1-E275	1,00	ea	87562	87.562,00
3	Brida de Ac.de 8" - ANSI 150 - RF - cuello corto	1,00	ea	120	120,00
4	Niple de Ac. De 8" Ø x 1.5m - Sche. 40	1,00	ea	45	45,00
5	Codo de Ac. 90° - 8" Ø - Sche. 40	1,00	ea	200	200,00
6	Brida de Ac.de 8" - ANSI 150 - RF - cuello corto	1,00	ea	120	120,00
7	Reductor de Ac. De 8"x12" - ANSI 150	1,00	mt	200	200,00
8	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello corto	1,00	ea	200	200,00
9	Valvula Check de 12" de Ac.	1,00	ea	1800	1800,00
10	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello largo	1,00	ea	230	230,00
11	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello largo	1,00	ea	230	230,00
12	Valvula de Mariposa de 12" con Act. Electrico	1,00	ea	3500	3.500,00
13	Brida de Ac.de 12" - ANSI 150 - RF - Cuello corto	2,00	ea	200	400,00
14	Niple de Ac. De 12" x 0.50 m - Sche. 40	1,00	ea	25	25,00
15	Codo de Ac. De 12" x 30° - Sche. 40	1,00	ea	200	200,00
16	Niple de Ac. De 12" x 1.20 m - Sche. 40	1,00	ea	70	70,00
17	Pernos de Ac. 3/4" x 4" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	40,00	ea	6	240,00
18	Esparragos de Ac. 3/4" x 10" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	24,00	ea	10	240,00
Total =					95.382,00

**SECCION 3 : MANGUERA**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Abrazaderas de 12" - Ac. Inox. 304	3,00	ea	30	90,00
2	Manguera de 12" x 150 psi	100,00	mt	70	7.000,00
3	Niple de Ac. De 12" x 0.50 m - Sche.40	1,00	ea	25	25,00
4	Brida de Ac.de 12" - Sche. 40 - RF - Cuello corto	1,00	mt	200	200,00
5	Abrazaderas de 12" - Ac. Inox. 304	3,00	ea	30	90,00
				<b>Total =</b>	<b>7.315,00</b>

**SECCION 4 : TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION DE CAPTACION**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	200	200,00
2	Steel Flange - ANSI 150	1,00	ea	125	125,00
3	Tubería de 12"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 13.5 (130 psi)	9,50	ea	1000	9.500,00
4	Flange Adapter de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	200	200,00
5	Steel Flange - ANSI 150	1,00	ea	125	125,00
6	Pernos de Ac. 3/4" x 4" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	12,00	ea	6	72,00
				<b>Total =</b>	<b>10.222,00</b>

**SECCION 5 : TUBERIA INCLINADA - ESTACION DE CAPTACION**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	200	200,00
2	Steel Flange - ANSI 150	1,00	ea	125	125,00
3	Codo de 45° de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	352	352,00
4	Tubería de 12"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 13.5 (130 psi)	7,00	ea	1000	7.000,00
5	Codo de 45° de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	352	352,00
6	Steel Flange - ANSI 150	1,00	ea	125	125,00
7	Flange Adapter de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	200	200,00
8	Pernos de Ac. 3/4" x 6" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	12,00	ea	8	96,00
				<b>Total =</b>	<b>8.450,00</b>

**SECCION 6 : TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION DE CAPTACION**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	200	200,00
2	Steel Flange - ANSI 150	1,00	ea	125	125,00
3	Tubería de 12"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 13.5 (130 psi)	8,00	ea	1000	8.000,00
4	Flange Adapter de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	200	200,00
5	Steel Flange - ANSI 150	1,00	ea	125	125,00
6	Pernos de Ac. 3/4" x 6" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	12,00	ea	8	96,00
				<b>Total =</b>	<b>8.746,00</b>

**SECCION 7 : TUBERIA VERTICAL - ESTACION DE CAPTACION**

Item	Descripción	Cant.	Unid.	USD/Un	USD
1	Flange Adaptor de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	200	200,00
2	Steel Flange - ANSI 150	1,00	ea	125	125,00
3	Codo de 90° de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	340	340,00
4	Tubería de 12"x 10 m - HDPE 3408 - SDR 13.5 (130 psi)	1,00	ea	830	830,00
5	Codo de 90° de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	340	340,00
6	Tubería de 12"x 3 m - HDPE 3408 - SDR 13.5 (130 psi)	1,00	ea	290	290,00
7	Codo de 90° de 12" - HDPE 3408	1,00	ea	340	340,00
8	Pernos de Ac. 3/4" x 6" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	12,00	ea	8	96,00
				<b>Total =</b>	<b>2.561,00</b>

**SECCION 8 : BOMBA INTERMEDIA PRINCIPAL - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid.	USD/Un	USD
1	Valvula de Compuerta de 8" - Bridada -ANSI 250	1,00	ea	2100	2.100,00
2	Brida de Ac. de 8" - ANSI 150 - RF - cuello corto	1,00	ea	120	120,00
3	Niple de Ac. De 8" x 0,5 m - Sche. 40	1,00	ea	20	20,00
4	Brida de Ac. de 8" - ANSI 150 - RF - cuello corto	1,00	ea	120	120,00
5	Union Dresser - tipo fuelle de 8"	1,00	ea	400	400,00
6	Bomba multietapica VOGEL154P3 - 400 HP	1,00	ea	52000	52.000,00
7	Brida de Ac. De 6" - Clase 250	1,00	ea	150	150,00
8	Tee de Ac. De 6"x6"x4" Clase 250	1,00	ea	350	350,00
9	Brida de Ac. De 4" - Clase 250	1,00	ea	120	120,00
10	Valvula de Bola de 4" - Clase 150 - Bridada	1,00	ea	560	560,00
11	Valvula de Alivio Gestra de 4" x 6" - Mod.91 - Bridada	1,00	ea	780	780,00
12	Brida de Ac. De 6" - Clase 250	1,00	ea	150	150,00
13	Codo de Ac. De 90° de 6" - Sche.40	1,00	ea	150	150,00
14	Tubería de Ac. De 6"x 10 m - Sche. 40	1,00	ea	300	300,00
15	Codo de Ac. 90° de 6" - Sche. 40	1,00	ea	150	150,00
16	Tubería de Ac. De 6"x 3 m - Sche. 40	1,00	ea	90	90,00
17	Codo de Ac. 90° de 6" - Sche. 40	1,00	ea	300	300,00
18	Reduccion Concentrica de Ac. De 6"x18" Sche. 40	1,00	ea	280	280,00
19	Brida de Ac. De 18" - Clase 250 - Cuello corto	1,00	ea	380	380,00
20	Valvula Check de Ac. de 18" tipo Wafer	1,00	ea	2800	2.800,00
21	Brida de Ac. De 18" - Clase 250 - Cuello largo	2,00	ea	380	760,00
22	Valvula Mariposa de Ac. de 18" tipo Wafer	1,00	ea	4500	4.500,00
23	Brida de Ac. De 18" - Clase 250 - Cuello corto	1,00	ea	350	350,00
24	Niple de Ac. De 18"x 2 m - Sche. 40	1,00	ea	120	120,00
25	Tee de Ac. De 18"x18"x18" Clase 250	1,00	ea	500	500,00
26	Brida de Ac. De 18" - Clase 250 - Cuello largo	1,00	ea	350	350,00
27	Valvula de Compuerta de 18" - Bridada -ANSI 250	1,00	ea	4200	4.200,00
28	Brida de Ac. De 18" - Clase 250 - Cuello largo	1,00	ea	380	380,00
29	Niple de Ac. De 18" x 1 m - Sche. 40	1,00	ea	60	60,00
30	Brida de Ac. De 18" - Clase 250 - Cuello corto	1,00	ea	350	350,00
31	Pernos de Ac. 3/4" x 3" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	40,00	ea	5	200,00
32	Pernos de Ac. 5/8" x 3" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	16,00	ea	5	80,00
33	Esparragos de Ac. 1" x 12" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	40,00	ea	10	400,00
				<b>Total =</b>	<b>73.570,00</b>



**SECCION 9 : BOMBA INTERMEDIA B<sup>y</sup> PASS - ESTACION INTERMEDIA**

Ítem	Descripción	Cant.	Unid.	USD/Un	USD
1	Valvula de Compuerta de 8" - Bridada -ANSI 250	1,00	ea	2100	2.100,00
2	Brida de Ac.de 8" - ANSI 150 - RF - cuello corto	1,00	ea	120	120,00
3	Niple de Ac. De 8" x 0,5 m - Sche 40	1,00	ea	20	20,00
4	Brida de Ac.de 8" - ANSI 150 - RF - cuello corto	1,00	ea	120	120,00
5	Union Dresser - tipo fuelle de 8"	1,00	ea	400	400,00
6	Bomba multietapica VOGEL154P3 - 400 HP	1,00	ea	52000	52.000,00
7	Brida de Ac. De 6" - Clase 250	1,00	ea	150	150,00
8	Tee de Ac. De 6"x6"x4" Clase 250	1,00	ea	350	350,00
9	Brida de Ac. De 4" - Clase 250	1,00	ea	120	120,00
10	Valvula de Bola de 4" - Clase 150 - Bridada	1,00	ea	560	560,00
11	Valvula de Alivio Gestra de 4" x 6" - Mod.91 - Bridada	1,00	ea	780	780,00
12	Brida de Ac. De 6" - Clase 250	1,00	ea	150	150,00
13	Codo de Ac. De 90° de 6" - Sche. 40	1,00	ea	150	150,00
14	Tubería de Ac. De 6"x 10 m - Sche. 40	1,00	ea	300	300,00
15	Codo de Ac. 90° de 6" - Sche. 40	1,00	ea	150	150,00
16	Tubería de Ac. De 6"x 3 m - Sche. 40	1,00	ea	90	90,00
17	Codo de Ac. 90° de 6" - Sche. 40	1,00	ea	300	300,00
18	Reduccion Concentrica de Ac. De 6"x18" Sche. 40	1,00	ea	280	280,00
19	Brida de Ac. De 18" - Clase 250 - Cuello corto	1,00	ea	380	380,00
20	Valvula Check de Ac. de 18" tipo Wafer	1,00	ea	2800	2.800,00
21	Brida de Ac. De 18" - Clase 250 - Cuello largo	2,00	ea	380	760,00
22	Valvula Mariposa de Ac. de 18" tipo Wafer	1,00	ea	4500	4.500,00
23	Brida de Ac. De 18" - Clase 250 - Cuello corto	1,00	ea	350	350,00
24	Niple de Ac. De 18" x 0.5 m - ANSI 250	1,00	ea	120	120,00
25	Codo de Ac. De 30° - ANSI 250	1,00	ea	500	500,00
26	Niple de Ac. De 18"x 1.2 m - ANSI 250	1,00	ea	350	350,00
31	Pernos de Ac. 3/4" x 3" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	40,00	ea	5	200,00
32	Pernos de Ac. 5/8" x 3" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	16,00	ea	5	80,00
33	Esparragos de Ac. 1" x 12" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	40,00	ea	10	400,00
<b>Total =</b>					<b>68.580,00</b>

**SECCION 10 : TUBERIA INCLINADA - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid.	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Codo de 30° de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	480	480,00
4	Tubería de 18"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 7.3 (255 psi)	16,00	ea	1998	31.968,00
5	Codo de 30° de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	480	480,00
6	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
7	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
8	Pernos de Ac. 1" x 7" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	5	100,00
<b>Total =</b>					<b>34.078,00</b>

**SECCION 11 : TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid.	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Tubería de 18"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 7.3 (255 psi)	8,00	ea	1998	15.984,00
4	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
5	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
6	Pernos de Ac. 1" x 8" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	5	100,00
<b>Total =</b>					<b>17.134,00</b>

**SECCION 12 : TUBERIA INCLINADA - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Codo de 60° de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	1180	1.180,00
4	Tubería de 18"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 7.3 (255 psi)	6,00	ea	1998	11.988,00
5	Codo de 60° de 18" - HDPE 3408	1,00	ea	1180	1.180,00
6	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
7	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408	1,00	ea	410	410,00
8	Pernos de Ac. 1" x 8" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	5	100,00
<b>Total =</b>					<b>15.498,00</b>

**SECCION 13 : DESAERADOR - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Tee de 18"x 18 x 4" HDPE 3408 -SDR 7,3	1,00	ea	1170	1.170,00
4	Tubería de 18"x 1,5 m - HDPE 3408 - SDR 7.3 (255 psi)	1,00	ea	80	80,00
5	Flange Adapter de 4" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	150	150,00
6	Steel Flange de 4" - ANSI 250	1,00	ea	16	16,00
7	Valvula de Bola de 4" - Clase 250	1,00	ea	780	780,00
8	Brida de Ac.de 4" - ANSI 150 - RF - cuello rosca exterior	1,00	ea	400	400,00
9	Valvula de Alivio de Aire de 4" - Tipo combinada	1,00	ea	940	940,00
10	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	410	410,00
11	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
12	Pernos de Ac. 1" x 8" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	8	160,00
13	Pernos de Ac. 5/8" x 3" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	16,00	ea	4	64,00
<b>Total =</b>					<b>4.810,00</b>

**SECCION 14 : TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Tubería de 18"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 7.3	30,00	ea	1198	35.940,00
4	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
5	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
6	Pernos de Ac. 1" x 8" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	8	160,00
<b>Total =</b>					<b>37.150,00</b>

**SECCION 15 : TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Tubería de 18"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 7.3	30,00	ea	1198	35.940,00
4	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7.3	1,00	ea	410	410,00
5	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
6	Pernos de Ac. 1" x 8" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	8	160,00
<b>Total =</b>					<b>37.150,00</b>

**SECCION 16 : TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Tubería de 18"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 7,3	29,00	ea	1198	34.742,00
4	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	410	410,00
5	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
6	Pernos de Ac. 1" x 8" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	8	160,00
<b>Total =</b>					<b>35.952,00</b>

**SECCION 17 : TUBERIA HORIZONTAL - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Tubería de 18"x 12 m - HDPE 3408 - SDR 7,3	29,00	ea	1198	34.742,00
4	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	410	410,00
5	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
6	Pernos de Ac. 1" x 8" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	8	160,00
<b>Total =</b>					<b>35.952,00</b>

**SECCION 18 : DESAERADOR - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Tee de 18"x 18 x 4" HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	1170	1.170,00
4	Tubería de 18"x 1,5 m - HDPE 3408 - SDR 7,3 (255 psi)	1,00	ea	80	80,00
5	Flange Adapter de 4" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	150	150,00
6	Steel Flange de 4" - ANSI 250	1,00	ea	16	16,00
7	Valvula de Bola de 4" - Clase 250	1,00	ea	780	780,00
8	Brida de Ac. de 4" - ANSI 150 - RF - cuello rosca exterior	1,00	ea	400	400,00
9	Valvula de Alivio de Aire de 4" - Tipo combinada	1,00	ea	940	940,00
10	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	410	410,00
11	Steel Flange de 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
12	Pernos de Ac. 1" x 8" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	8	160,00
13	Pernos de Ac. 5/8" x 3" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	16,00	ea	4	64,00
<b>Total =</b>					<b>4.810,00</b>

**SECCION 19 : TUBERIA VERTICAL - ESTACION INTERMEDIA**

Item	Descripción	Cant.	Unid	USD/Un	USD
1	Flange Adapter de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	410	410,00
2	Steel Flange DE 18" - ANSI 250	1,00	ea	115	115,00
3	Codo de 90° de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	1180	1.180,00
4	Tubería de 18"x 10 m - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	1665	1.665,00
5	Codo de 90° de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	1180	1.180,00
6	Tubería de 18"x 3 m - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	500	500,00
	Codo de 90° de 18" - HDPE 3408 - SDR 7,3	1,00	ea	1180	1.180,00
7	Pernos de Ac. 1" x 8" - G. 8 - c/ tuerca y Arandela	20,00	ea	8	160,00
<b>Total =</b>					<b>6.390,00</b>

## 7. - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones:

Las conclusiones más importantes las podemos enumerar como sigue :

- 1) Es imprescindible que toda empresa proveedora verifique la información suministrada por el cliente en sus requerimientos, para poder seleccionar un producto funcional.
- 2) Las Tuberías de polietileno representan una alternativa excelente con relación al acero en todos aquellos casos donde las presiones de trabajo se encuentren por debajo de 270 psi, y las temperaturas de operación estén por debajo de 40°C.
- 3) El bajo coeficiente de rugosidad del polietileno se traduce en una reducción significativa de las pérdidas primarias de un sistema de bombeo que finalmente se expresa en una reducción de los costos de energía.
- 4) El costo de instalación de Tuberías de polietileno con relación a las de acero está en el orden de 3 a 1 por requerir menor apoyo de maquinaria pesada y personal para su montaje.
- 5) La soldadura por termofusión es el Sistema más eficiente para instalación de las Tuberías de polietileno porque permiten una unión total entre Tuberías.
- 6) Las Tuberías de polietileno de fabricación nacional todavía no reúnen las condiciones de resistencia y durabilidad de la tubería importada razón por la cual no se recomienda para aplicaciones en sistemas de media presión.

## 7.2 Recomendaciones Generales

### 7.2.1 Con relación a la línea:

- a) La línea esta calculada para conducir un caudal de 120 LPS a 260 psi. Y tiene instalados los accesorios necesarios para su buen funcionamiento y protección. Cabe mencionar que la tubería ha sido fabricada para soportar una presión de operación de 265psi con una sobrecarga de presión instantánea de hasta 200%.
- b) Se debe limpiar la línea a través de la Válvula de Drenaje, instalada en la parte mas baja de la línea, por lo menos mensualmente para evitar obstrucciones por sedimentos acumulados que le restarían capacidad de flujo al sistema.
- c) Las Válvulas Combinadas de Aire son accesorios colocados en las partes mas altas de la línea y protegen a esta contra depresiones perjudiciales para la tubería y de bolsas de aire que le restan capacidad de flujo, por lo tanto se debe verificar periódicamente su operatividad.

### 7.2.2 Con relación al sistema de bombeo:

Este Sistema cuenta con los elementos básicos y auxiliares para su buen funcionamiento y protección, a estos elementos se les debe brindar un mantenimiento periódico y verificar continuamente su operatividad.

A continuación enumeramos algunas recomendaciones:

- a) Se debe evitar el ingreso o caída de agua al motor lo que ocasionaría la dilación del esmaltado, disminuyendo su capacidad de aislamiento y exponiendo el motor a un cortocircuito y al personal a cualquier accidente eléctrico.

- b) La temperatura normal de funcionamiento de la caja de engranaje de la bomba debe ser por debajo de 90 °C. Si se percibe un incremento verificar el nivel de aceite. Se recomienda el uso de un aceite de calidad de grado SAE 30
- c) Si aun con la restitución de aceite se mantiene alta la temperatura, es porque un desalineamiento en la bomba a ocasionado sobrecarga en los rodamientos. Verificar alineamiento y realinear.
- d) Verificar temperatura de la bomba, esta debe trabajar a temperatura ambiente, si se percibe un incremento esto se puede deber a un atascamiento en la succión o la válvula de succión esta cerrada, impidiendo el libre ingreso de liquido a la bomba originando sobrecalentamiento.
- e) La Válvula Check protege a la bomba contra el Golpe de Ariete. Verifique su buen funcionamiento periódicamente. Un parámetro de orientación es el manómetro colocado en la descarga de la Bomba. En las paradas este debe marcar un descenso en la presión, si por el contrario hay un incremento es porque la Clapeta no esta cerrando el retorno de la columna de agua y el Golpe de Ariete lo esta absorbiendo directamente la Bomba.
- f) Verificar el funcionamiento de la válvula de alivio, esta debe descargar agua hacia el tanque húmedo en cada parada de la bomba, aliviando al Sistema de descarga de las sobrepresiones del golpe de ariete.

### 7.2.3 Con relación a la puesta en operación

- a) En los arranques manuales seguir los siguientes pasos:
- Abrir la válvula de Succión o verificar que la válvula esta abierta, permitiendo el ingreso de agua del tanque hacia la bomba

- Si es el primer arranque, purgar el sistema a través de la válvula de purga
- Abrir mínimamente la Válvula de descarga.
- Arrancar el motor.
- Regular la carga deseada con la válvula de descarga, tener en cuenta que a mayor apertura, mayor caudal y mayor potencia de consumo o viceversa. Verificar que la corriente de Línea registrada en el amperímetro no sobrepase la corriente nominal del motor.

b) En los arranques manuales evitar que el nivel de tanque húmedo este por debajo de la tubería de succión, ocasionando el ingreso de aire al sistema.

c) Para desaguar el sistema:

- Abrir la Válvula de drenaje auxiliar.
- Desaguar el tanque húmedo
- Desaguar lo que queda del sistema a través de la válvula de succión conduciendo el agua hacia el tanque húmedo.

d) Para detener el sistema en manual, cerrar a la Válvula de descarga al mínimo lentamente y apagar el motor.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- APCO, Guía de selección de válvulas de aire  
USA - Valve Primer Corporation 1990.
- 2.- APCO, Guía de selección de válvulas de retención  
USA - Valve Primer Corporation 1990.
- 3.- Greene, Riomard W., Válvulas, selección, uso y mantenimiento,  
México Editorial Mc. Graw Hill – 1997. Pgs 25-48
- 4.- Hidrostal, Manual de bombas centrifugas  
Lima Perú – 1990.
- 5.- Indesa, Selección y uso de tuberías de HDPE  
Arequipa Perú – 1997
- 6.- Internet: [www.nuclecu.unam.mx/dqr.html](http://www.nuclecu.unam.mx/dqr.html), Reticulación de  
Polímeros Vinílicos,
- 7.- Marks, Manual del Ingeniero Mecánico - Octava edición  
México Editorial Mc. Graw Hill - 1986
- 8.- Mendoza Eduardo, Bombas Hidráulicas  
Lima, Universidad Nacional de Ingeniería 1985. Pgs. 8-25
- 9.- Noruega Francisco, Equipos Industriales  
México Editorial Mc. Graw Hill - 1987 – Pgs. 41-56
- 10.- Plexco Spirolite, Engineering Manual  
USA, Chevron Chemical Company 1995



- 11.- Software de calculo de sistemas de tuberías de HDPE.  
Plexco - Spirolite - Chevron Ch.C. 1995 - USA
- 12.- Sviatoslav Crochin, Diseño Hidráulico  
Lima Perú -1983. Pgs. 14-26
- 13.- Tuberías Pecc, Manual de selección  
Chile Themco - 1992 -

## Anexo 1.- Propiedades Físicas del Material

**CUADRO # 1**  
**PROPIEDADES FÍSICAS DEL MATERIAL**

Propiedad	Método de Prueba	1	2	3	4	5	6
Densidad, (g/cm <sup>3</sup> )	D1505	0.910 - 0.925	0.926 - 0.940	0.941 - 0.955	> 0.955		
Índice de Fusión Condición E (g/10min.	D1238	> 1.0	1.0 - 0.4	< 0.4 - 0.15	< 0.15		
Módulo de Flexión Mpa. (psi)	D 790	< 138 (19,999)	139 - 275 (20,000 - 39,999)	276 - 551 (40,000 - 79,000)	552 - 757 (80,000 - 109,999)	758 - 1103 (110,000 - 160,000)	> 1103 (< 160,000)
Fuerza de tracción Mpa (psi)	D 638	< 15 (< 2200)	15 - < 18 (2200 - 2599)	18 - < 21 (2600 - 2999)	21 - < 24 (3000 - 3449)	24 - 28 (3500 - 3999)	> 28 (< 4000)
Resistencia al agrietamiento por fuerza ambiental Test condition Test duración (hr) Failure, máx, %	D1693	A 48 50	B 24 50	C 192 20			
Base de diseño hidrostático Mpa (psi) (23°C)	D2837	5.52 (800)	6.89 (1000)	8.62 (1250)	11.03 (1600)		
Estabilizador UV y color	A Natural	B Colorado	C Negro con 2% min Negro de Carbón	D Natural con estabilizador UV	E Colorado con estabilizador UV		

Mpa = megapascales ( newton / mm<sup>2</sup>)

## Anexo 2.- Clasificación de tuberías de HDPE

**CUADRO # 2**  
**DATOS DE TUBERIA Y RANGO DE PRESION**

Rango de Presión	D. Ext Size (inches)	265 Psi SDR 7		200 Psi SDR 9		160 Psi SDR 11		130 Psi SDR 13.5		110 Psi SDR 15.5		100 Psi SDR 17		80 Psi SDR 21		65 Psi SDR 26		50 Psi SDR 32.5	
		Espesor de pared	Peso Lb/ft.	Espesor de pared	Peso Lb/ft.	Espesor de pared	Peso Lb/ft.	Espesor de pared	Peso Lb/ft.	Espesor de pared	Peso Lb/ft.	Espesor de pared	Peso Lb/ft.	Espesor de pared	Peso Lb/ft.	Espesor de pared	Peso Lb/ft.	Espesor de pared	Peso Lb/ft.
2	2.375	.339	0.93	0.264	0.75	0.216	0.63	0.176	0.52	0.153	0.46	0.140	0.42	-	-	-	-	-	-
3	3.500	.500	2.03	0.389	1.64	0.318	1.37	0.259	1.14	0.226	1.00	0.206	0.92	-	-	-	-	-	-
4	4.500	.643	3.35	0.500	2.71	0.409	2.26	0.333	1.38	0.290	1.66	0.265	1.52	0.214	1.24	-	-	-	-
5	5.375	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.256	1.77	0.207	1.56	0.165	1.17
5	5.563	.795	5.13	0.618	4.13	0.506	3.46	0.412	2.87	0.359	2.53	0.327	2.32	0.265	1.90	0.214	1.55	0.171	1.25
6	6.625	.946	7.27	0.736	5.86	0.602	4.91	0.491	4.07	0.427	3.58	0.390	3.29	0.315	2.69	0.255	2.20	0.204	1.77
7	7.125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.339	3.11	0.274	2.54	0.219	2.05
8	8.625	1.232	12.32	0.958	9.94	0.784	8.32	0.639	6.90	0.556	6.07	0.507	85.57	0.411	4.56	0.332	3.72	0.265	3.00
10	10.750	1.536	19.14	1.194	15.44	0.977	12.92	0.796	10.72	0.694	9.43	0.632	8.65	0.512	7.09	0.413	5.78	0.331	4.66
12	12.750	1.821	26.93	1.617	21.72	1.159	18.017	0.944	15.08	0.823	12.27	0.750	12.17	0.607	9.97	0.490	8.13	0.392	6.56
13	13.380	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.637	10.98	0.515	8.96	0.412	7.22
14	14.000	2.000	32.46	1.556	26.19	1.273	21.91	1.037	18.18	0.903	16.00	0.824	14.68	0.667	12.02	0.538	9.81	0.431	7.91
16	16.000	2.286	42.40	1.778	34.20	1.455	28.62	1.185	23.75	1.032	20.90	0.941	19.17	0.762	15.70	0.615	12.81	0.492	10.33
18	18.000	2.571	53.67	2.000	43.29	1.636	36.22	1.333	30.06	1.160	26.45	1.059	24.26	0.857	19.88	0.692	16.21	0.544	13.07
20	20.000	2.857	66.25	2.222	53.44	1.818	44.72	1.481	37.11	1.290	32.66	1.176	29.96	0.952	24.54	0.769	21.01	0.615	16.14
22	22.000	-	-	-	-	2.000	54.11	1.630	44.90	1.419	39.51	1.294	36.25	1.048	29.69	0.846	24.21	0.677	19.52
24	24.000	-	-	-	-	2.182	64.39	1.778	53.44	1.548	47.02	1.412	43.14	1.143	35.34	0.923	28.81	0.438	23.24
28	28.000	-	-	-	-	-	-	2.074	72.74	1.806	64.01	1.647	58.71	1.333	48.10	1.077	39.22	0.530	31.63
30	30.000	-	-	-	-	-	-	-	-	1.935	73.48	1.765	67.40	1.429	55.21	1.154	45.02	0.923	36.31
32	32.000	-	-	-	-	-	-	-	-	2.065	83.60	1.882	76.69	1.524	62.82	1.231	51.23	0.985	41.31
36	36.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.118	97.06	1.714	79.51	1.385	64.83	1.108	52.28
42	42.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.000	108.22	1.615	88.25	1.292	71.16
48	48.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.286	141.34	1.846	115.26	1.477	92.96
52	52.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.000	135.27	1.600	109.08
54	54.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.077	145.88	1.662	117.63

Figure 2  
**PIPE DIMENSIONS**  
 (See ASTM D 3035 and F 714 for OD and wall thickness tolerances)

Nominal in.	OD		SDR	Nominal ID		Minimum Wall		Weight	
	Actual			in.	mm.	in.	mm.	lb. per foot	kg. per meter
	in.	mm.							
1/2	0.840	21.34	7	0.590	14.99	0.120	3.05	0.12	0.18
			7.3	0.601	15.27	0.115	2.92	0.11	0.16
			9	0.646	16.41	0.093	2.36	0.09	0.13
			9.3	0.652	16.56	0.090	2.29	0.09	0.13
			11	0.681	17.30	0.076	1.93	0.08	0.12
			11.5	0.688	17.48	0.073	1.85	0.08	0.12
3/4	1.050	26.67	7	0.738	18.75	0.150	3.81	0.18	0.27
			7.3	0.751	19.08	0.144	3.66	0.18	0.27
			9	0.807	20.50	0.117	2.97	0.15	0.22
			9.3	0.815	20.70	0.113	2.87	0.14	0.21
			11	0.851	21.62	0.095	2.41	0.12	0.18
			11.5	0.860	21.84	0.091	2.31	0.12	0.18
1	1.315	33.40	7	0.924	23.47	0.188	4.78	0.29	0.43
			7.3	0.940	23.88	0.180	4.57	0.28	0.42
			9	1.011	25.68	0.146	3.71	0.23	0.34
			9.3	1.021	25.93	0.141	3.58	0.22	0.33
			11	1.066	27.08	0.120	3.05	0.19	0.28
			11.5	1.077	27.36	0.114	2.90	0.19	0.28
1 1/4	1.650	42.16	7	1.167	29.64	0.237	6.02	0.46	0.68
			7.3	1.187	30.18	0.227	5.77	0.44	0.65
			9	1.276	32.41	0.184	4.67	0.37	0.55
			9.3	1.289	32.74	0.178	4.52	0.36	0.54
			11	1.346	34.19	0.151	3.84	0.31	0.46
			11.5	1.360	34.54	0.144	3.66	0.30	0.45
1 1/2	1.900	48.26	7	1.335	33.91	0.271	6.88	0.60	0.89
			7.3	1.359	34.52	0.260	6.60	0.58	0.86
			9	1.461	37.11	0.211	5.36	0.48	0.71
			9.3	1.475	37.47	0.204	5.18	0.47	0.70
			11	1.541	39.14	0.173	4.39	0.40	0.60
			11.5	1.556	39.52	0.165	4.19	0.39	0.58
2	2.375	60.33	7	1.669	42.39	0.339	8.61	0.93	1.38
			7.3	1.698	43.13	0.325	8.26	0.90	1.34
			9	1.826	46.38	0.264	6.71	0.75	1.12
			9.3	1.844	46.84	0.255	6.48	0.73	1.09
			11	1.926	48.92	0.216	5.49	0.63	0.94
			11.5	1.945	49.40	0.207	5.26	0.61	0.91
			13.5	2.009	51.03	0.176	4.47	0.52	0.77
			15.5	2.056	52.22	0.153	3.89	0.46	0.68
			17	2.084	52.93	0.140	3.56	0.42	0.62

OD			SDR	Nominal ID		Minimum Wall		Weight	
Nominal in.	Actual			in.	mm.	in.	mm.	lb. per foot	kg. per meter
	in.	mm.							
3	3.500	88.90	7	2.460	62.48	0.500	12.70	2.03	3.02
			7.3	2.503	63.58	0.479	12.17	1.96	2.92
			9	2.691	68.35	0.389	9.88	1.64	2.44
			9.3	2.717	69.01	0.376	9.55	1.59	2.37
			11	2.838	72.09	0.318	8.08	1.37	2.04
			11.5	2.867	72.82	0.304	7.72	1.32	1.96
			13.5	2.961	75.21	0.259	6.58	1.14	1.70
			15.5	3.030	76.96	0.226	5.74	1.00	1.49
			17	3.072	78.03	0.206	5.23	0.92	1.37
			21	3.153	80.09	0.167	4.24	0.75	1.12
			26	3.220	81.79	0.135	3.43	0.61	0.91
4	4.500	114.30	7	3.163	80.34	0.643	16.33	3.35	4.98
			7.3	3.218	81.74	0.616	15.65	3.24	4.82
			9	3.460	87.88	0.500	12.70	2.71	4.03
			9.3	3.494	88.75	0.484	12.29	2.63	3.91
			11	3.649	92.68	0.409	10.39	2.26	3.36
			11.5	3.686	93.62	0.391	9.93	2.17	3.23
			13.5	3.807	96.70	0.333	8.46	1.88	2.80
			15.5	3.896	98.96	0.290	7.37	1.65	2.45
			17	3.949	100.30	0.265	6.73	1.52	2.26
			21	4.054	102.97	0.214	5.44	1.24	1.85
			26	4.140	105.16	0.173	4.39	1.01	1.50
32.5	4.212	106.98	0.138	3.51	0.82	1.22			
5	5.563	141.30	7	3.910	99.31	0.795	20.22	5.13	7.63
			7.3	3.978	101.04	0.762	19.35	4.95	7.37
			9	4.277	108.64	0.618	15.70	4.13	6.15
			9.3	4.319	109.70	0.598	15.19	4.02	5.98
			11	4.511	114.58	0.506	12.85	3.46	5.15
			11.5	4.557	115.75	0.484	12.29	3.32	4.94
			13.5	4.706	119.53	0.412	10.46	2.87	4.27
			15.5	4.816	122.33	0.359	9.12	2.53	3.76
			17	4.882	124.00	0.327	8.31	2.32	3.45
			21	5.012	127.30	0.265	6.73	1.90	2.83
			26	5.118	130.00	0.214	5.44	1.55	2.31
32.5	5.207	132.26	0.171	4.34	1.25	1.86			
6	6.625	168.23	7	4.656	118.26	0.946	24.03	7.27	10.82
			7.3	4.737	120.32	0.908	23.06	7.02	10.45
			9	5.094	129.39	0.736	18.69	5.86	8.72
			9.3	5.143	130.63	0.712	18.08	5.70	8.48
			11	5.372	136.45	0.602	15.29	4.91	7.31
			11.5	5.427	137.85	0.576	14.63	4.71	7.01
			13.5	5.604	142.34	0.49	12.47	4.07	6.06
			15.5	5.736	145.69	0.427	10.85	3.58	5.33
			17	5.814	147.68	0.390	9.91	3.29	4.90
			21	5.969	151.61	0.315	8.00	2.69	4.00
			26	6.095	154.81	0.255	6.48	2.20	3.27
32.5	6.201	157.51	0.204	5.18	1.77	2.63			

OD			SDR	Nominal ID		Minimum Wall		Weight	
Nominal in.	Actual			in.	mm.	in.	mm.	lb. per foot	kg. per meter
	in.	mm.							
8	8.625	219.08	7	6.062	153.97	1.232	31.29	12.32	18.33
			7.3	6.167	156.64	1.182	30.02	11.90	17.71
			9	6.632	168.45	0.958	24.33	9.94	14.79
			9.3	6.696	170.08	0.927	23.55	9.66	14.37
			11	6.994	177.65	0.784	19.91	8.32	12.38
			11.5	7.065	179.45	0.750	19.05	7.99	11.89
			13.5	7.296	185.32	0.639	16.23	6.90	10.27
			15.5	7.468	189.69	0.556	14.12	6.07	9.03
			17	7.570	192.28	0.507	12.88	5.57	8.29
			21	7.771	197.38	0.411	10.44	4.56	6.79
			26	7.935	201.55	0.332	8.43	3.72	5.54
32.5	8.073	205.05	0.265	6.73	3.00	4.46			
10	10.750	273.05	7	7.556	191.92	1.536	39.01	19.14	28.48
			7.3	7.687	195.25	1.473	37.41	18.48	27.50
			9	8.266	209.96	1.194	30.25	15.44	22.97
			9.3	8.346	211.99	1.156	29.36	15.00	22.32
			11	8.717	221.41	0.977	24.82	12.92	19.22
			11.5	8.806	223.67	0.935	23.75	12.41	18.47
			13.5	9.094	230.99	0.796	20.22	10.72	15.95
			15.5	9.307	236.40	0.694	17.63	9.43	14.03
			17	9.435	239.65	0.632	16.05	8.65	12.87
			21	9.685	246.00	0.512	13.00	7.09	10.55
			26	9.890	251.21	0.413	10.49	5.78	8.60
32.5	10.062	255.57	0.331	8.41	4.66	6.93			
12	12.750	323.85	7	8.961	227.61	1.821	46.25	26.93	40.07
			7.3	9.117	231.57	1.747	44.37	26.00	38.69
			9	9.803	249.00	1.417	35.99	21.72	32.32
			9.3	9.898	251.41	1.371	34.82	21.10	31.40
			11	10.339	262.61	1.159	29.44	18.17	27.04
			11.5	10.444	265.28	1.109	28.17	17.46	25.98
			13.5	10.786	273.96	0.944	23.98	15.08	22.44
			15.5	11.039	280.39	0.823	20.90	13.27	19.75
			17	11.190	284.23	0.750	19.05	12.17	18.11
			21	11.487	291.77	0.607	15.42	9.97	14.84
			26	11.730	297.94	0.490	12.45	8.13	12.10
32.5	11.934	303.12	0.392	9.96	6.56	9.76			
14	14.000	355.60	7	9.840	249.94	2.000	50.80	32.46	48.30
			7.3	10.011	254.28	1.918	48.72	31.34	46.63
			9	10.764	273.41	1.556	39.52	26.19	38.97
			9.3	10.869	276.07	1.505	38.23	25.44	37.85
			11	11.353	288.37	1.273	32.33	21.91	32.60
			11.5	11.468	291.29	1.217	30.91	21.05	31.32
			13.5	11.843	300.81	1.037	26.34	18.18	27.05
			15.5	12.12	307.87	0.903	22.94	16.00	23.81
			17	12.287	312.09	0.824	20.93	14.68	21.84
			21	12.613	320.37	0.667	16.94	12.02	17.89
			26	12.880	327.15	0.538	13.67	9.81	14.60
32.5	13.104	332.84	0.431	10.95	7.91	11.77			



OD			SDR	Nominal ID		Minimum Wall		Weight	
Nominal in.	Actual			in.	mm.	in.	mm.	lb. per foot	kg. per meter
	in.	mm.							
16	16.000	406.40	7	11.246	285.65	2.286	58.06	42.40	63.09
			7.3	11.441	290.60	2.192	55.68	40.94	60.92
			9	12.302	312.47	1.778	45.16	34.20	50.89
			9.3	12.422	315.52	1.720	43.69	33.23	49.45
			11	12.975	329.57	1.455	36.96	28.62	42.59
			11.5	13.106	332.89	1.391	35.33	27.49	40.91
			13.5	13.535	343.79	1.185	30.10	23.75	35.34
			15.5	13.853	351.87	1.032	26.21	20.90	31.10
			17	14.042	356.67	0.941	23.90	19.17	28.52
			21	14.415	366.14	0.762	19.35	15.70	23.36
			26	14.720	373.89	0.615	15.62	12.81	19.06
32.5	14.976	380.39	0.492	12.50	10.33	15.37			
18	18.000	457.20	7	12.651	321.34	2.571	65.30	53.67	79.86
			7.3	12.871	326.92	2.466	62.64	51.81	77.09
			9	13.840	351.54	2.000	50.80	43.29	64.42
			9.3	13.974	354.94	1.935	49.15	42.06	62.59
			11	14.596	370.74	1.636	41.55	36.22	53.90
			11.5	14.744	374.50	1.565	39.75	34.80	51.78
			13.5	15.227	386.77	1.333	33.86	30.06	44.73
			15.5	15.585	395.86	1.161	29.49	26.45	39.36
			17	15.798	401.27	1.059	26.90	24.26	36.10
			21	16.217	411.91	0.857	21.77	19.88	29.58
			26	16.560	420.62	0.692	17.58	16.21	24.12
32.5	16.848	427.94	0.554	14.07	13.07	19.45			
20	20.000	508.00	7.3	14.301	363.25	2.740	69.60	63.97	95.19
			9	15.378	390.60	2.222	56.44	53.44	79.52
			9.3	15.527	394.39	2.151	54.64	51.92	77.26
			11	16.218	411.94	1.818	46.18	44.72	66.54
			11.5	16.383	416.13	1.739	44.17	42.96	63.92
			13.5	16.919	429.74	1.481	37.62	37.11	55.22
			15.5	17.316	439.83	1.290	32.77	32.66	48.60
			17	17.553	445.85	1.176	29.87	29.96	44.58
			21	18.019	457.08	0.952	24.18	24.54	36.52
			26	18.400	467.36	0.769	19.53	20.01	29.77
			32.5	18.720	475.49	0.615	15.62	16.14	24.02
22	22.000	558.80	9	16.916	429.67	2.444	62.08	64.66	96.21
			9.3	17.080	433.83	2.366	60.10	62.83	93.49
			11	17.840	453.14	2.000	50.80	54.11	80.52
			11.5	18.021	457.73	1.913	48.59	51.98	77.35
			13.5	18.610	472.69	1.630	41.40	44.90	66.81
			15.5	19.048	483.82	1.419	36.04	39.51	58.79
			17	19.308	490.42	1.294	32.87	36.25	53.94
			21	19.821	503.45	1.048	26.62	29.69	44.18
			26	20.240	514.10	0.846	21.49	24.21	36.02
			32.5	20.592	523.04	0.677	17.20	19.52	29.05

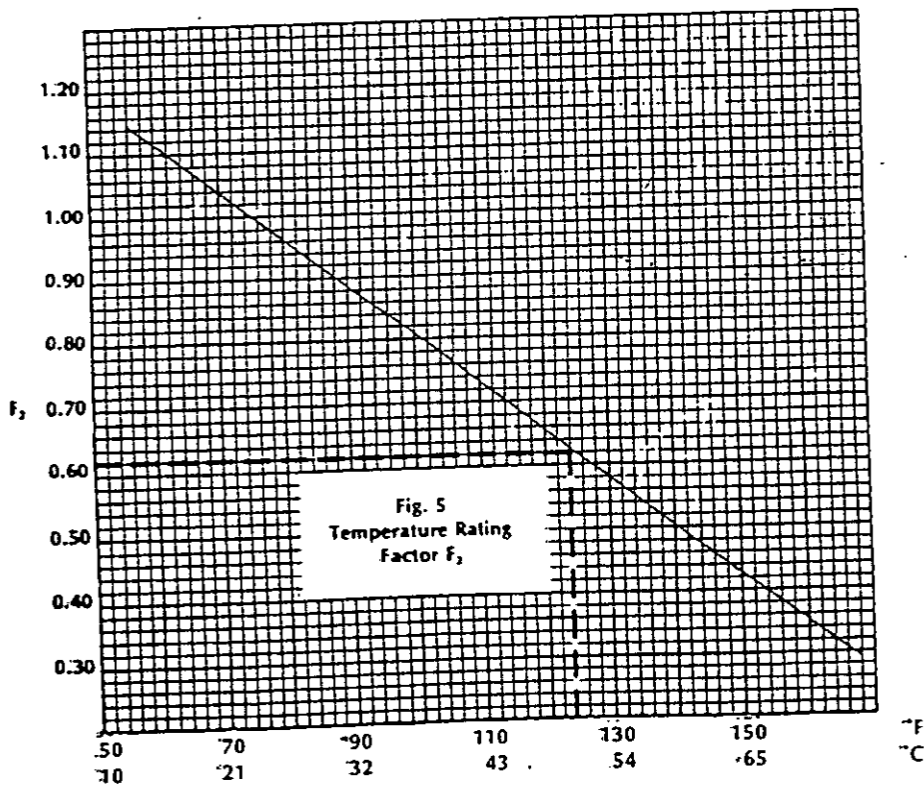
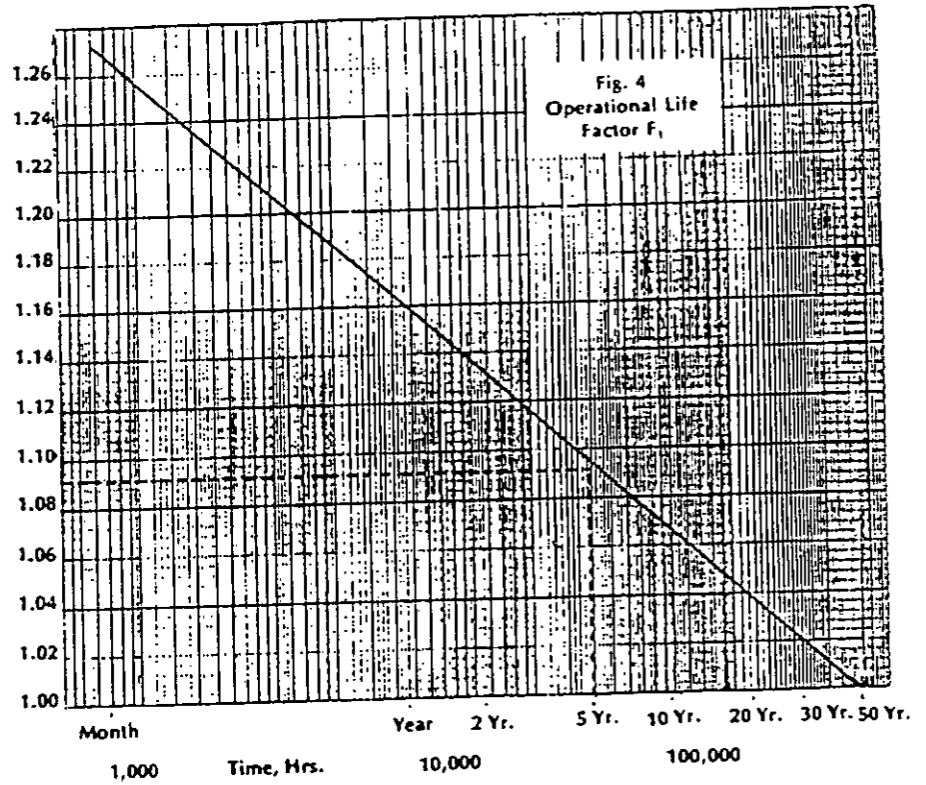
OD			SDR	Nominal ID		Minimum Wall		Weight	
Nominal in.	Actual			in.	mm.	in.	mm.	lb. per foot	kg. per meter
	in.	mm.							
24	24.000	609.60	9.3	18.632	473.25	2.581	65.56	74.77	111.26
			11	19.462	494.33	2.182	55.42	64.39	95.81
			11.5	19.659	499.34	2.087	53.01	61.86	92.05
			13.5	20.302	515.67	1.778	45.16	53.44	79.52
			15.5	20.779	527.79	1.548	39.32	47.02	69.97
			17	21.064	535.03	1.412	35.86	43.14	64.19
			21	21.623	549.22	1.143	29.03	35.34	51.10
			26	22.080	560.83	0.923	23.44	28.81	42.87
			32.5	22.464	570.59	0.738	18.77	23.24	34.58
28	28.000	711.20	11	22.705	576.71	2.545	64.64	87.65	130.42
			11.5	22.936	582.57	2.435	61.85	84.20	125.29
			13.5	23.686	601.62	2.074	52.68	72.74	108.24
			15.5	24.243	615.77	1.806	45.87	64.01	95.25
			17	25.574	649.58	1.647	41.83	58.71	87.36
			21	25.227	640.77	1.333	33.86	48.10	71.57
			26	25.760	654.30	1.077	27.36	39.22	58.36
			32.5	26.208	665.68	0.862	21.89	31.63	47.07
30	30.000	752.00	11	24.327	617.91	2.727	69.27	100.61	149.71
			11.5	24.574	624.18	2.609	66.27	96.66	143.83
			13.5	25.378	644.60	2.222	56.44	83.50	124.25
			15.5	25.974	659.74	1.935	49.15	73.48	109.34
			17	26.329	668.76	1.765	44.83	67.40	100.29
			21	27.029	686.54	1.429	36.30	55.21	82.15
			26	27.600	701.04	1.154	29.31	45.02	66.99
			32.5	28.080	713.23	0.923	23.44	36.31	54.03
32	32.000	812.80	13.5	27.070	687.58	2.370	60.20	95.00	141.36
			15.5	27.706	703.73	2.065	52.45	83.60	124.40
			17	28.085	713.36	1.882	47.80	76.69	114.11
			21	28.830	732.28	1.524	38.71	62.82	93.48
			26	29.440	747.78	1.231	31.27	51.23	76.23
			32.5	29.952	760.78	0.985	25.02	41.31	61.47
36	36.000	914.40	13.5	30.453	773.51	2.667	67.74	120.24	178.92
			15.5	31.169	791.69	2.323	59.00	105.81	157.45
			17	31.595	802.51	2.118	53.80	97.06	144.43
			21	32.434	823.82	1.714	43.54	79.51	118.31
			26	33.120	841.25	1.385	35.18	64.83	96.47
			32.5	33.696	855.88	1.108	28.14	52.28	77.79
42	42.000	1066.80	15.5	36.364	923.69	2.710	68.83	144.01	214.29
			17	36.861	936.27	2.471	62.76	132.11	196.58
			21	37.840	961.14	2.000	50.80	106.22	161.03
			26	38.640	981.46	1.615	41.02	86.25	131.32
			32.5	39.312	998.52	1.292	32.82	71.16	105.89
48	48.000	1219.20	21	43.246	1098.45	2.286	58.06	141.34	210.31
			26	44.160	1121.66	1.846	46.89	115.26	171.51
			32.5	44.928	1141.17	1.477	37.52	92.95	138.31
54	54.000	1371.60	21	48.651	1235.74	2.571	65.30	178.89	266.19
			26	49.680	1261.87	2.077	52.76	145.88	217.07
			32.5	50.544	1283.82	1.662	42.21	117.63	175.03

**Anexo 3.- Factores de corrección en selección de tuberías de HDPE**

**Figure 4  
OPERATIONAL LIFE**

To use Figure 4 for determining operational life multiplier, select expected operating time of less than 50 years on horizontal time line, move upwards to intersect diagonal line, then left to take reading at vertical axis.

**EXAMPLE:** 5 year operational life will give  $F_1 = 1.094$



**Figure 5  
TEMPERATURE  
CORRECTION**

Similarly, the temperature rating factor,  $F_2$ , may be read from Figure 5.

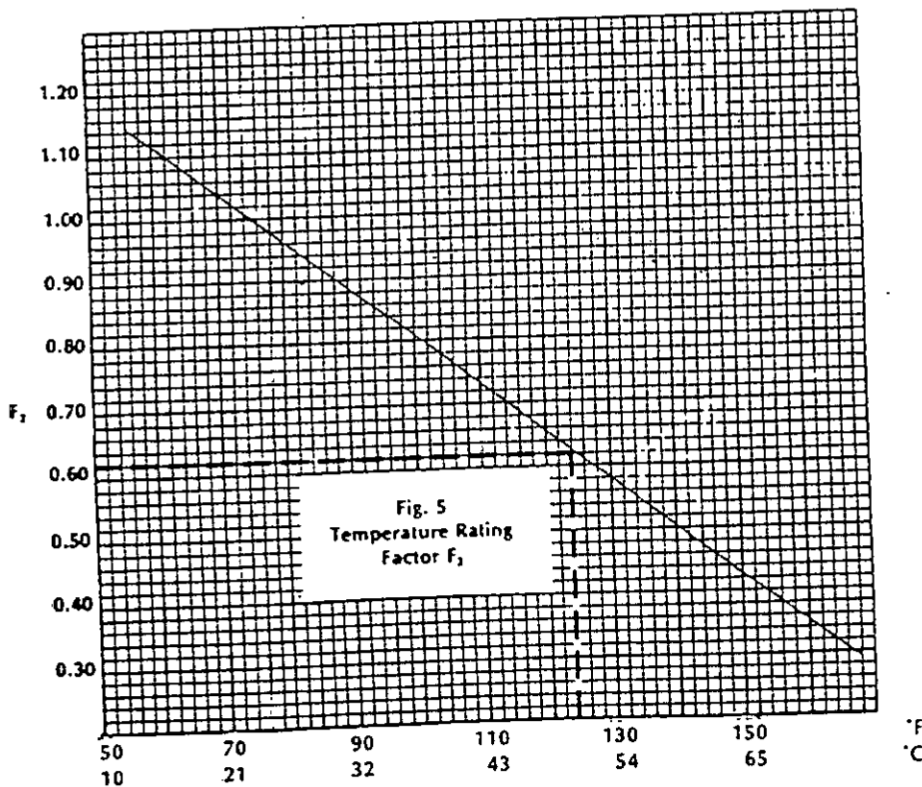
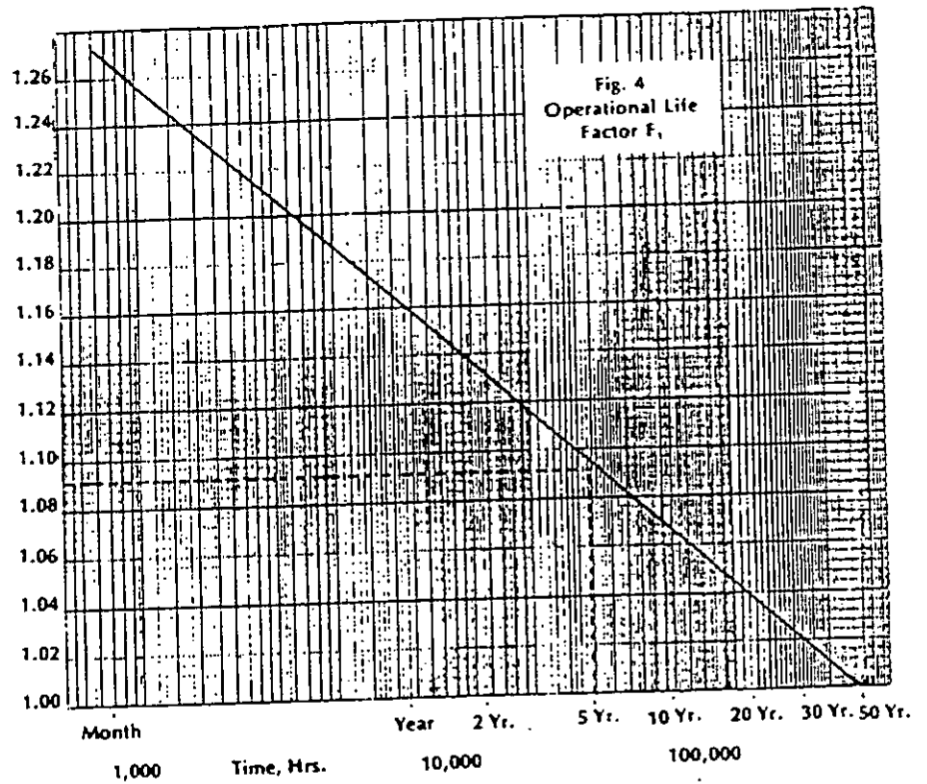
**EXAMPLE:** A polyethylene line operating at 125°F would give an  $F_2 = 0.62$ .

#### Anexo 4 - Perdidas en accesorios de HDPE

**Figure 4  
OPERATIONAL LIFE**

To use Figure 4 for determining operational life multiplier  $F_1$ , select expected operating life of less than 50 years on horizontal time line, move upwards to intersect diagonal turn line, then left to take reading at vertical axis.

**EXAMPLE:** 5 year operational life will give  $F_1 = 1.094$



**Figure 5  
TEMPERATURE  
CORRECTION**

Similarly, the temperature rating factor,  $F_2$ , may be read from Figure 5.

**EXAMPLE:** A polyethylene line operating at 125°F would give an  $F_2 = 0.62$ .

#### Anexo 4.- Perdidas en accesorios de HDPE

## PRESSURE LOSS IN FITTINGS

Any calculation of the pressure drop in a piping system cannot be made accurately without the incorporation of the loss in pressure caused by the presence of fittings in the system.

The fluid flow when encountering a fitting is subjected to change in direction and the resultant degree of initiation of turbulence, or at least an interruption in the desirable steady flow condition which exists in the straight run of pipe, is an increase in head loss or pumping pressure.

Due to the geometry of the fitting and the very complicated nature of the flow through it, the exact pressure loss cannot be calculated in any practical sense. The pressure loss is instead expressed as the equivalent length of pipe which would be expected to bring about the same friction loss of pressure. The values shown in Figure 13 have been derived to some extent by experimentation, but are to a greater extent the result of a general industry consensus.

**Figure 13.  
PRESSURE DROP IN FITTINGS**

Fitting Type	Equivalent Length of Pipe
90 degree elbow	30 D
60 degree elbow	25 D
45 degree elbow	16 D
45 degree wye	60 D
Running tee	20 D
Branch tee	50 D
Gate valve, full open	8 D
Butterfly valve	3" to 14" (76-356 mm) 40 D 14" (356 mm) and larger 30 D
Swing check valve	100 D
Ball valve, full bore full open	3 D

**EXAMPLE:** A running tee has an equivalent length of 20 D. For an 18" (457 mm) SDR 11 line this represents  $20 \cdot \text{Inside Diameter}$ . From Figure 10,  $ID = OD(F) = 18 \cdot 0.817 = 14.7'' (373.4 \text{ mm}) \cdot 20 = 294.2$ , which is equal to 24.5 ft. (7.5 m). In calculating the total pressure drop in the system, 24.5 ft. (7.5 m) of 18 inch (457 mm) should be added to the total line length to account for the increased pressure loss due to the presence of the tee.



Tabla 4.6 Pérdidas en codos y accesorios.  
(Longitud equivalente de tubería recta, en pies).  
(Le)

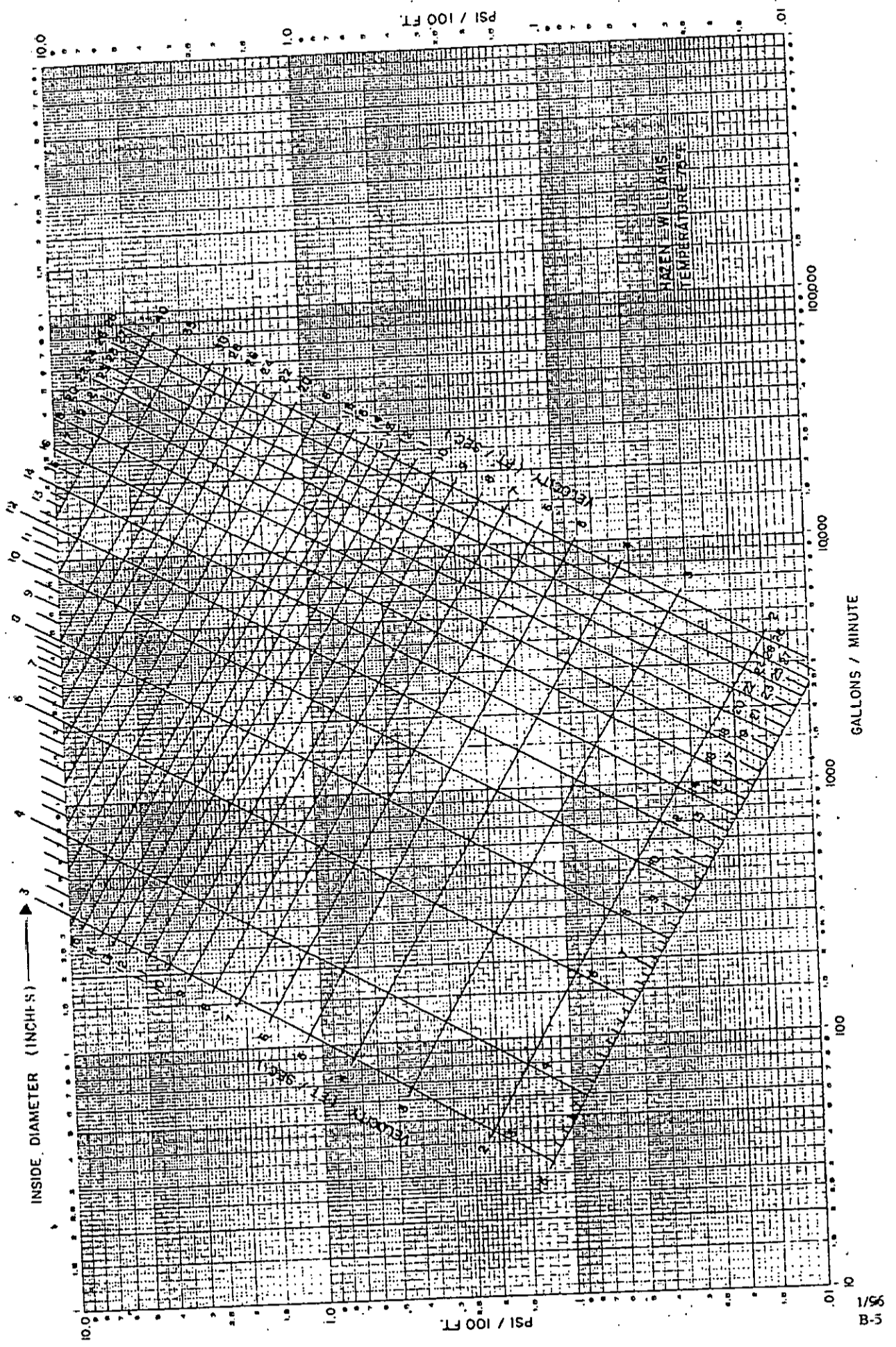
Diámetro interior del tubo, en pulgadas	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24
Codo de 90°	2-2,5	4-5	6-7	9-10	10-11	12-14	18	27	26	31	35	40	45	52
Codo largo de 60°	1,5-2	2,5-4	5	6-7	7-8	9-11	12-14	16-17	20	23	27	30	34	40
Codo de 45°	1,5	2,5	3,5	4,5	6	7,5	10	12,5	15	17	19	21	23	28
Codo largo de 45°	1	1,5	2	2,7	3,5	4	5	6	7	9	10	12	14	16
Curva de 180°						36	46	60	75	-	-	-	-	-
Curva de 180°, de gran radio						20	25	30	40	-	-	-	-	-
Curvas de 90° soldadas = 0,5	-	7	10	12	15	19	25	32	38	44	50	56	-	-
1,0	-	3	5	6	7	8	11	14	17	20	23	26	-	-
1,5	-	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	-	-
2,0	-	1	2	3	3,5	4	6	8	10	12	14	16	-	-
3,0	-	1	1,5	2,5	3	4	6	7	9	11	13	15	-	-
100'	5,5	10	15	20	25	32	41	55	65	75	85	100	115	130
Válvula de compuerta abierta	0,6	1,25	1,7	2,3	2,9	3,5	4,5	6	7	8	9	10	12	14
cerrada 1/4"	-	7	10	13	16	19	26	33	40	-	-	-	-	-
cerrada 1/2"	-	33	50	70	85	100	130	160	190	-	-	-	-	-
cerrada 3/4"	-	140	200	280	340	400	540	700	800	-	-	-	-	-
Válvula esférica	27	56	80	107	133	160	215	270	320	375	430	480	540	640
Válvula de retención	7	13	20	27	33	40	53	67	80	91	107	120	135	160
Válvula de pie	2	4	6	8	10	12	16	20	24	28	32	36	40	48
Colector	4	5	6	8	10	11	13	16	18	21	24	30	35	40
Entrada típica	1,5	3	4,5	6	7,5	9	12	15	18	2	24	27	30	35

NOTA. Estos valores son necesariamente aproximados porque el valor específico variará con el tipo de accesorio (por ejemplo, soldado o con pletina), las dimensiones geométricas reales y el sistema de construcción (por ejemplo, forjado o soldado).  
BRIDA

- 66 -

Anexo 5.- Carta de flujo en tuberías de HDPE - Tabla  
DRISCOPIPE 8600 PE

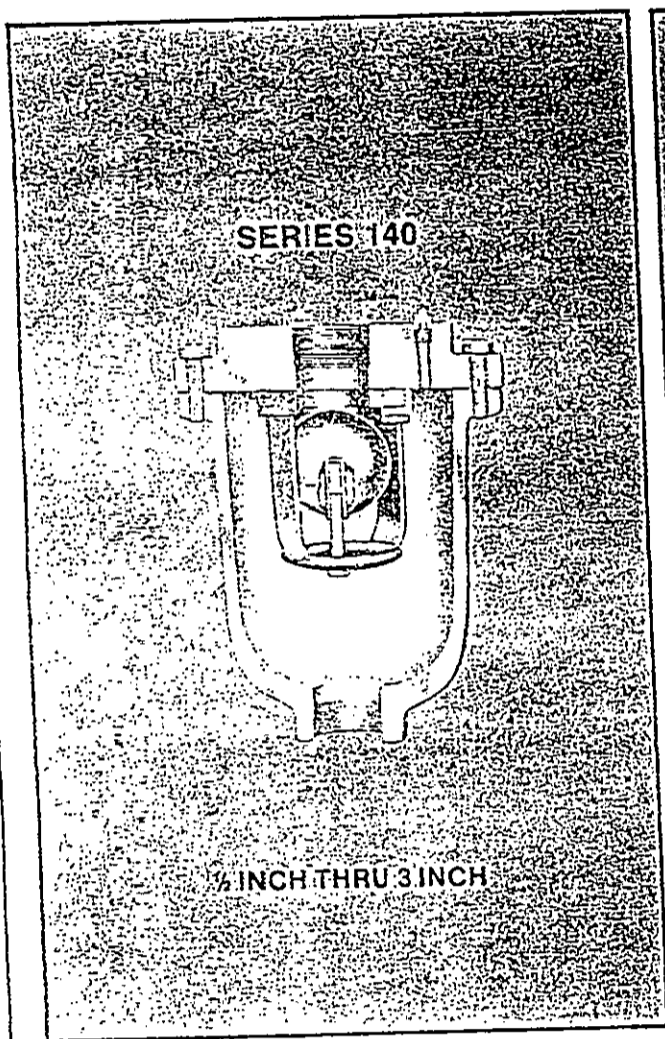
Figure 12: WILLIAMS-HAZEN FLOW CHART - Water @ 73°F



Anexo 6.- Boletín técnico 610 - APCO

**APCO**

# AIR AND VACUUM VALVES



© 1979 Valve & Primer Corporation

**APCO**

**VALVE AND PRIMER CORPORATION**

1420 S. WRIGHT BLVD. SCHAUMBURG, ILLINOIS 60193-4599

708/529-9000 • TELEX NO. 72-2456 APCO SHBU • 800/323/5969

FAX: 708/529-9037

# AIR AND VACUUM VALVES

Only **APCO** Gives Guaranteed Protection

1. Gives absolute protection to pipe lines
2. Eliminates risk of collapsing line due to vacuum
3. Exhausts air when line is filled
4. Allows air to re-enter immediately when line drains.

Plus these exclusive features at no extra cost!

5. Stainless steel floats—Guaranteed individually tested
6. ASTM quality materials guaranteed throughout
7. Every valve hydrostatically, factory tested

## Why and Where To Use Air and Vacuum Valves

An Air and Vacuum Valve has a large venting orifice and is used to exhaust large quantities of air from a pipeline when being filled or a deep well pump column when the pump is started, etc. Once the line is filled the Air and Vacuum Valve closes and remains closed until the liquid is drained and pressure returns to atmospheric. The Air and Vacuum Valve will then immediately open to allow air to re-enter the line and prevent a vacuum from developing.

Air and Vacuum Valves do NOT open to exhaust the small pockets of air which collect in the line while it is operating under pressure. We highly recommend for maximum pipeline flow and pump efficiency Automatic Air Release Valves be used in conjunction with these Air and Vacuum Valves. The Automatic Air Release Valve will eliminate constricting air pockets from forming at the highpoints of the pipeline.

The minimal cost for the Automatic Air Release Valve will quickly pay for itself in minimizing head loss thru the pipeline realizing energy savings.

pipeline realizing energy savings.

\*SEE BULLETIN 586-AIR VALVES FOR VERTICAL TURBINE PUMPS

AVAILABLE FOR SERVICE UP TO 1000 P.S.I.

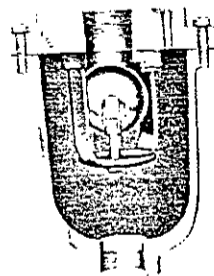
SPECIFY OPERATING PRESSURE IF BELOW 150 P.S.I.

### PHYSICAL DIMENSIONS

MODEL	SIZE	HEIGHT	MAXIMUM DIAMETER	INLET	OUTLET	WEIGHT LBS.
141	1/2"	7 1/8"	5 1/8"	1/2" NPT	1/2" NPT	10
142	1"	9"	7 1/8"	1" NPT	1" NPT	22
144	2"	12"	9 1/2"	2" NPT	2" NPT	55
146	3"	13 3/8"	9 7/8"	3" NPT OR FLANGED	3" NPT	60
152	4"	18 3/8"	12"	4" NPT OR FLANGED	4" PLAIN	100
153	6"	21 3/8"	16"	6" FLANGED	6" PLAIN	150
154	8"	25"	18"	8" FLANGED	8" PLAIN	200
155	10"	27 3/8"	20"	10" FLANGED	10" PLAIN	350
156	12"	30 3/8"	25"	12" FLANGED	12" PLAIN	500
157	14"	33 3/8"	29"	14" FLANGED	14" PLAIN	625
158	16"	31 3/8"	32"	16" FLANGED	16" PLAIN	830
159	18"	43 3/8"	34"	18" FLANGED	18" PLAIN	1100
160	20"	48"	40"	20" FLANGED	20" PLAIN	1650
162	24"	58 3/8"	48"	24" FLANGED	24" PLAIN	2600

ON SIZES 4" AND LARGER THE PLAIN OUTLET COMES WITH PROTECTOR HOOD, AS ILLUSTRATED. HOWEVER THREADED OR FLANGED OUTLETS ARE AVAILABLE AND RECOMMENDED. 94 WHEN VALVES ARE USED INSIDE THE PUMP HOUSE.

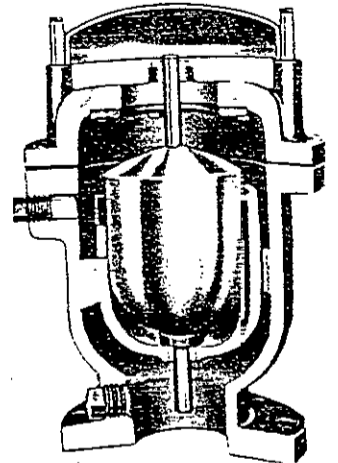
### SERIES 140



1/2 INCH THRU 3 INCH

OUTLETS ARE NPT THREADED. IT IS GOOD PRACTICE TO INSTALL A STREET ELBOW INTO THE THREADED OUTLET FOR DISCHARGE PROTECTION.

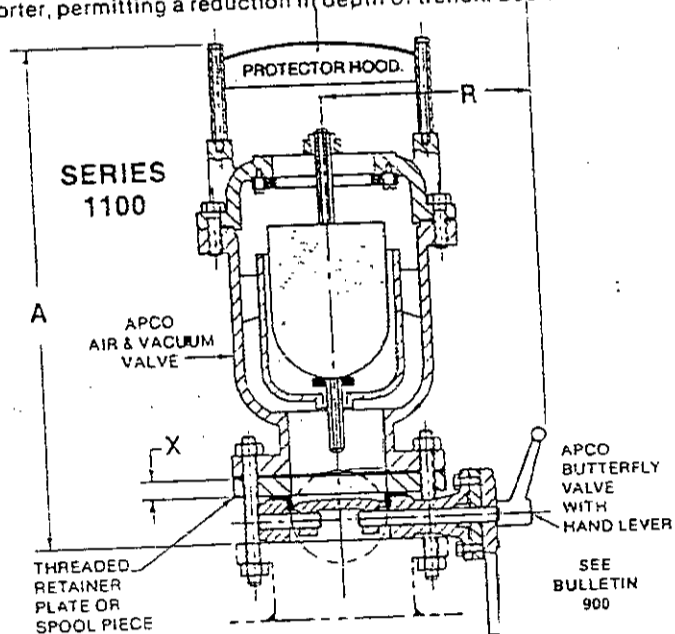
### SERIES 150



4 INCH THRU 30 INCH  
OUTLETS ARE PLAIN WITH A STEEL PROTECTOR HOOD.

Replace Shut-Off Valves with APCO Butterfly Valves  
Costs to excavate pipeline trenches can be greatly reduced by using APCO Butterfly Valves for isolation instead of gate valves.

APCO Butterfly Valves are economical, reliable and much shorter, permitting a reduction in depth of trench. See Below.



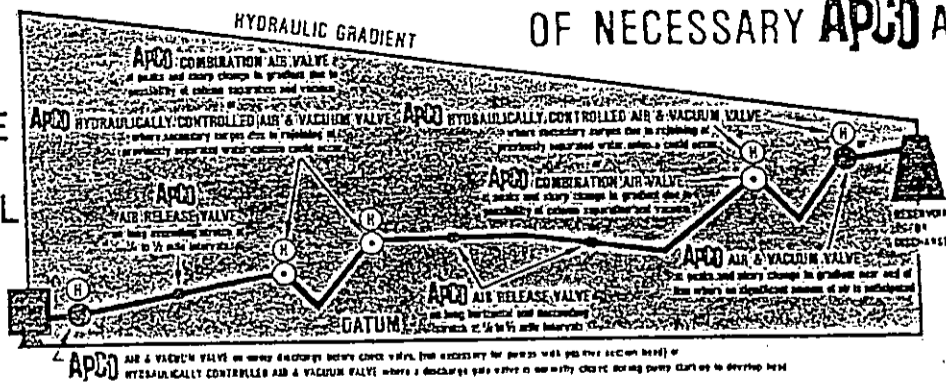
VALVE SIZE	MODEL NO.	COMBINATION	A	R	X	NO. REQUIRED & SIZE	
						STUDS	NUTS
4"	1104	152 / 904	2 1/8"	9 1/8"	15/16"	(8) 5/8-11x6-1/2 LG.	(16) 5/8-11
6"	1106	153 / 906	2 5/8"	10 1/8"	1 1/2"	(8) 3/4-10x8 LG.	(16) 3/4-10
8"	1108	154 / 908	2 9/8"	14 1/8"	1 5/8"	(8) 3/4-10x9 LG.	(16) 3/4-10
10"	1110	155 / 910	3 3/8"	14 1/2"	2 1/8"	(12) 7/8-9x8-1/2 LG.	(24) 7/8-9
12"	1112	156 / 912	3 9/8"	15"	5"	(12) 1-8x9 LG.	(24) 1-8
14"	1114	157 / 914	4 1/8"	16 1/8"	5 1/2"	(12) 1-8x9 LG.	(24) 1-8
16"	1116	158 / 916	4 5/8"	17 1/8"	1-7/16"	(16) 1-8x11 LG.	(32) 1-8

\*USES SPOOL PIECE

—ADDITIONAL AIR VALVE INFORMATION—  
WHICH AIR VALVE SHOULD I USE? ..... 610  
COMBINATION AIR VALVES ..... 623  
AIR VALVES FOR VERTICAL TURBINE PUMPS ..... 586  
SLOW CLOSING AIR AND VACUUM VALVES ..... 613  
HYDRAULICALLY CONTROLLED AIR AND VACUUM VALVES ..... 700C

# TYPICAL PIPELINE SHOWING ITS HYDRAULIC GRADIENT & THE POSITION OF NECESSARY APCO AIR VALVES

WHERE TO INSTALL



- AIR & VACUUM VALVE
- AIR RELEASE VALVE
- COMBINATION AIR VALVE
- ⊞ HYDRAULICALLY CONTROLLED AIR & VACUUM VALVE

## SIZING AIR AND VACUUM VALVES FOR PIPELINES

### GENERAL EXPLANATION OF CRITERIA USED

1. Calculate necessary valves independently for each high point in line.
2. Consider more severe of the two gradients adjacent to each high point.
3. Determine maximum rate of flow in cubic feet per second which can occur in this gradient, both filling and draining of line. Always be sure to take highest possible rate of flow under either circumstance, gravity or pump flow.
4. Calculate rate of flow:
  - If line is being filled by pump:
 
$$\text{Rate of flow C.F.S.} = \frac{\text{GPM of pump}}{449}$$
  - If line is being filled or drained by gravity:
 
$$\text{Rate of flow in C.F.S.} = 0.08566 (SD)^3$$
 Where S = Slope (in feet per foot of length)  
 D = Diameter of pipe (inches)
5. Valve to be installed at this high point must release or re-enter amount of air in C.F.S. equal to maximum possible flow of water in C.F.S. immediately adjacent to this high point just calculated.
6. To economize in size of valves selected final step is determine maximum pressure differential which can be tolerated across valve orifice consistent with required flow of air in C.F.S. already determined.
7. To determine this maximum tolerable differential pressure, it is necessary to calculate if there is risk of line collapse from vacuum, a condition usually only present in thin-walled steel lines above 24". To calculate collapsing pressure for thin-walled cylindrical pipe:

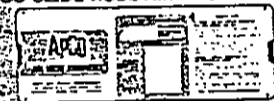
$$P = 12500000 \left( \frac{T}{D} \right)^3$$

Where P = Collapsing pressure (PSI)  
 T = Thickness of pipe (inches)  
 D = Diameter of pipe (inches)  
 Includes Safety Factor of 4

8. Use the maximum pressure differential thus calculated, or, 5 psi whichever is lower. Enter the graph with this differential (Never greater than 5 psi) and the flow found during draining to select the appropriate valve to protect your line from collapse and water column separation due to vacuum.
9. Next, enter the graph with the maximum rate at which the line can be filled, and use a 2 psi differential pressure. This valve size is sufficient to vent all air from the line before valve closure. This ensures maximum performance from the line.
10. Compare the sizes calculated in steps 7 & 8, whichever is larger is correct for the total protection of your system.
11. These valves should be installed on the high point with a shut-off valve below them.
12. The same procedure should be followed for each individual high point.
13. If the line lacks clearly defined high points, or they are separated by long stretches of uniform gradient, it is recommended that the proper valves be selected, as explained above, and duplicate installations be made at regular intervals of 1/2 to 1 mile at the engineer's discretion.

To Ensure Maximum Capacity from the Pipe Line  
 When a line is in operation, Air Pockets collect both at the high points and for a distance down stream from the high point. To release this Air, install the APCO Air and Vacuum Valve along with a 7" APCO No. 700 Air Release Valve at the high point, and a second Air Release Valve a short distance down stream.

USE APCO SLIDE RULE AIR VALVE COMPUTER



FOR ACCURATE SIZE SELECTION

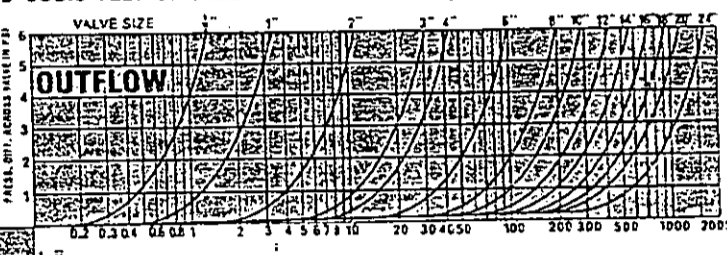
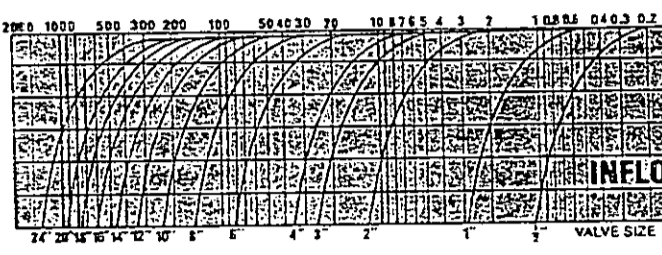
## PERFORMANCE GRAPH FOR AIR AND VACUUM VALVE

### AIR INFLOW/OUTFLOW THRU VALVE IN STANDARD CUBIC FEET OF FREE AIR PER SECOND, (SCFS)

CURVES SHOWN ARE ACTUAL FLOW CAPACITIES AT 14.7 PSI BAROMETRIC PRESSURE AND AT 70°F TEMPERATURE BASE ON ACTUAL TEST.

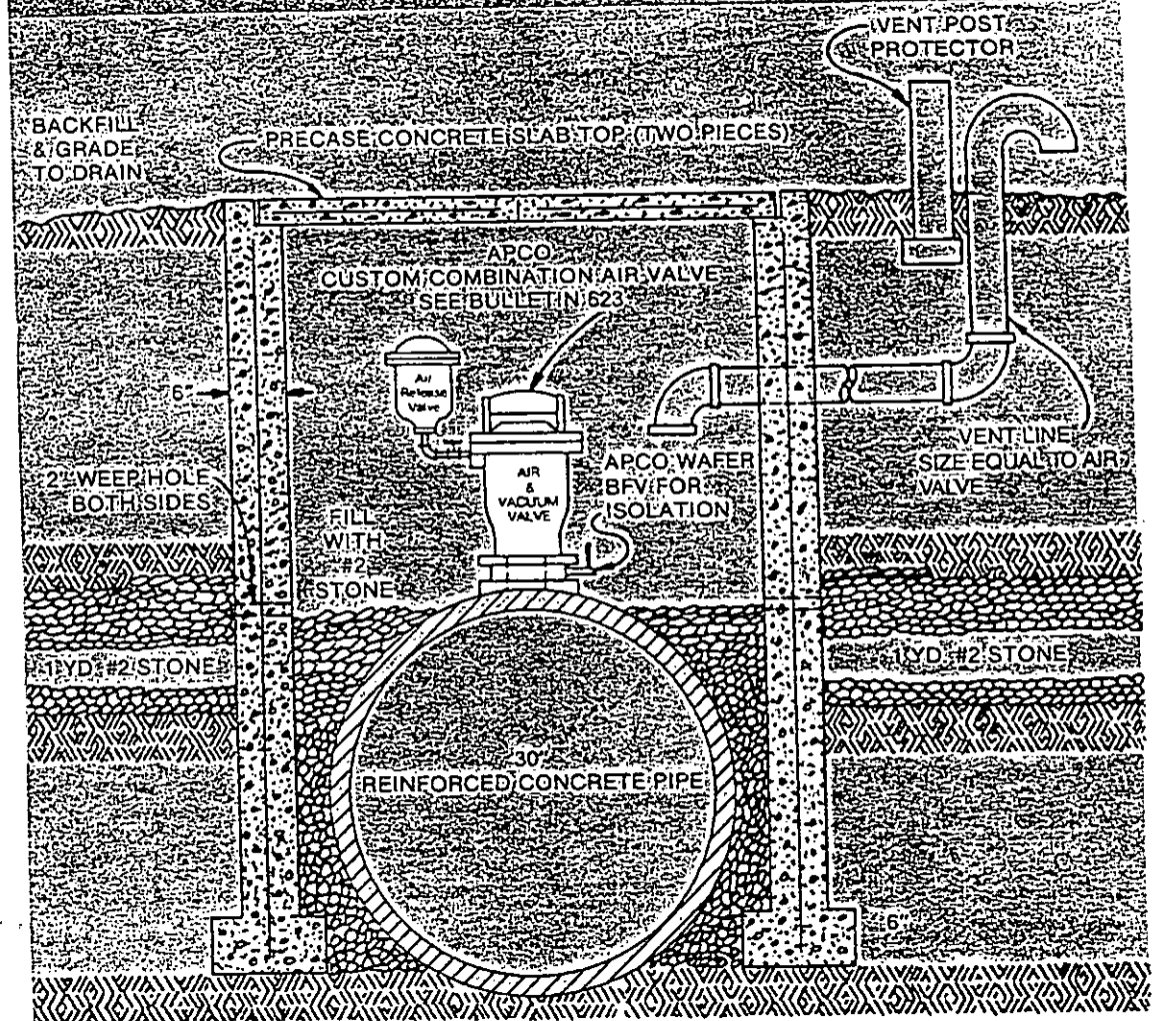
THESE FIGURES ARE NOT MERELY FLOW CAPACITIES ACROSS THE ORIFICE, BUT FLOW CAPACITIES ACROSS THE ENTIRE VALVE.

IN THE TEST SET-UP, AIR APPROACH VELOCITY IS NEGLIGIBLE THEREFORE, ACTUAL FLOW CAPACITY EXCEEDS THE VALUES SHOWN ON CHART.



TEST CONDUCTED BY:  
 PHILLIP PETROLEUM COMPANY  
 ENGINEERING DEPARTMENT — TEST DIVISION  
 EDMOND PLANT FEB. 2, 1951  
 SOUTHERN RESEARCH INSTITUTE  
 BIRMINGHAM, ALABAMA MAY 8, 1959

# TYPICAL AIR VALVE MANHOLE INSTALLATION



VALVE & PRIMER CORPORATION HEREBY RESERVES THE RIGHT TO CHANGE ANY COMPONENT PARTS WHICH, IN THE OPINION OF ITS ENGINEERING DEPARTMENT, WILL IMPROVE THE PRODUCT OR INCREASE ITS SERVICEABILITY.

## SPECIFICATIONS

Air & Vacuum Valve shall be designed to allow large quantities of air to escape out the orifice when filling a pipeline and to close water tight when the liquid enters the valve. The Air & Vacuum Valve shall also permit large quantities of air to enter thru the orifice when the pipeline is being drained to break the vacuum. The discharge orifice area shall be equal or greater than the inlet of the valve.

The valve shall consist of a body, cover, baffle, float and seat. The baffle will be designed to protect the float from direct contact of the rushing air and water to prevent the float from closing prematurely in the valve. The seat shall be fastened into the valve cover without distortion and shall be easily removed if necessary. The float shall be stainless steel designed to withstand a maximum of 1000 psi. The float shall be center guided for positive shutoff into the seat.

Air & Vacuum Valves shall be sizes 1/2" thru 3" and shall have N.P.T. threaded outlets for installation of street elbow. Sizes 4" thru 30" shall have plain outlet with steel protector hood.

All materials of construction shall be certified in writing to conform to A.S.T.M. specifications as follows:

Body cover	Cast iron	ASTM A126 GR.B
Float	Stainless steel	ASTM A240
Seat	Buna-N	
Exterior paint	Phenolic primer	FDA Approved for
	Red Oxide	Potable Water Contact
Protector Hood	Steel	

Valve to be APCO Series 140/150 Air & Vacuum Valve as manufactured by Valve & Primer Corp., Schaumburg, Illinois, U.S.A.





INGENIERIA Y DESARROLLO S.C.R.L.

Av. La Paz N° 409-A 302- 3er Piso  
Arequipa - Perú

☎ (51) (54) 285445 - Fax (51) (54) 245509

610

REVISADO Y REIMPRESO  
1995

# ¿CUAL VÁLVULA DE AIRE DEBO USAR??

**APCO VALVE AND PRIMER CORPORATION**  
1420 S. WRIGHT BLVD. SCHAMBURG, ILLINOIS 60191-4599  
☎ 708/529-9000 FAX: 708/529-9007 800/323-6969

Valve & Primer Corporation

# RIA Y USO DE VALVULAS DE AIRE

ROS: Las Válvulas de Escape de Aire y las Válvulas de Aire y Vacío son componentes esenciales para el diseño correcto de una tubería. NO son elementos auxiliares. Sin estas válvulas esenciales, la capacidad de la tubería—calculada antes de acuerdo con las necesidades—será reducida fácilmente en 5 a 10% debido a la formación de bolsas de aire en el ducto, y esta capacidad reducida—desgraciadamente—pasará inadvertida debido a que el Aire es un delincuente en las tuberías!

Las Bolsas de aire no solamente le roban capacidad preciosa a la tubería, sino que ese delincuente robará también energía eléctrica, en virtud de que la bomba estará funcionando a una mayor altura de elevación para vencer el flujo de la tubería. La eliminación de las bolsas de aire mejora enormemente la eficiencia de la tubería.

Las Válvulas de Escape de Aire y las Válvulas de Aire y Vacío son válvulas de construcción bastante simple y por lo tanto son costosas. Los años de experiencia de APCO han demostrado, casi sin excepción, que el costo de las válvulas de escape de la mitad de un por ciento del costo total de la tubería instalada, o sea una tubería de un millón de dólares, querir aproximadamente 5,000 dólares en Válvulas de Aire.

Las Válvulas de Escape de Aire representan un seguro de bajo costo para proteger tuberías costosas. Además, las Válvulas de Aire se pagan por sí solas eliminando las bolsas de aire para aumentar la capacidad y la eficiencia operativa de la tubería al máximo. Se logrará también una protección adicional contra daños, debido a que es un hecho bien conocido que las bolsas de aire son un estímulo mayor para los aumentos de presión y el turbión o choque de ariete.

- Hay dos tipos de Válvulas de Aire... 1. VÁLVULAS DE ESCAPE DE AIRE  
 Normalmente con orificio pequeño de 1/2" de diámetro o menor
- Cuando Se Combinan Estas Dos Válvulas... 2. VÁLVULAS DE AIRE Y VACÍO  
 Normalmente con orificio grande de 1/2" de diámetro o superior
- Tenemos... 3. VÁLVULAS DE AIRE COMBINADAS  
 O Válvulas de Aire con doble orificio

## 1. LAS VÁLVULAS DE ESCAPE DE AIRE



LANCA PUESTA

Las válvulas de escape de aire son dispositivos hidro-mecánicos que automáticamente purgan pequeñas bolsas de aire conforme se acumulan en los puntos altos de un sistema, mientras éste está funcionando y está presurizado. Comprendiendo los problemas asociados con las bolsas de aire en un sistema, se comprende mejor que las Válvulas de Escape de Aire son dispositivos ideales para solucionar esos problemas.

Como una función de la física, el aire atrapado se separará del líquido que está siendo bombeado y se acumulará en los puntos altos dentro del sistema. Si no se toman medidas para extraer al aire desde esos puntos altos, se formarán bolsas de aire cuyo tamaño aumentará. Luego, el crecimiento de la bolsa de aire reducirá gradualmente el área efectiva de flujo de líquido, creando un efecto de estrangulamiento como lo podría hacer una válvula parcialmente cerrada. A continuación se describen el grado hasta el cual se reduce el flujo y algunos problemas consiguientes.

Frecuentemente, la velocidad del flujo de líquido moverá burbujas si la tubería está inclinada hacia arriba y las alojará en un punto alto. Pero si la tubería es bastante horizontal o si el techo de la tubería es muy áspero o si la tubería se inclina hacia abajo, entonces la velocidad podrá ser insuficiente para mantener a las bolsas de aire (burbujas) en movimiento. Deberán instalarse Válvulas de Escape de Aire adicionales para prevenir este efecto "estrangulador".

En los casos extremos, es posible que una bolsa de aire creciente, que se acumula en un punto alto o en una serie de puntos altos, dentro de un sistema, cree un bloqueo de aire que hasta cierto punto virtualmente interrumpe el flujo. En este caso severo se detecta con mayor facilidad un problema de aire y la instalación de una válvula de escape de aire en los puntos altos debe ser realizada como medida correctiva para eliminar esas bolsas de aire restrictivas y restaurar la eficiencia del sistema.

Otra consecuencia grave está representada por los movimientos repentinos de estas bolsas de aire, lo cual causa cambios rápidos de velocidad en el líquido que está siendo bombeado. La dinámica implicada en los cambios de velocidad puede ser sustancial, dando como resultado altos aumentos de presión y otros fenómenos destructivos en las tuberías.

Por lo tanto, los problemas con el aire atrapado en un sistema pueden variar desde resultados leves pero costosos hasta graves y destructivos. Por lo tanto, el ingeniero debe anticipar los problemas previamente bloqueados y prevenir la acumulación de aire instalando válvulas de escape de aire en todos los puntos altos de un sistema.

### FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA DE ESCAPE DE AIRE



LANCA SIMPLE

La válvula instalada en un punto alto del sistema se llenará con líquido, se cerrará y quedará sometida a la presión del sistema. Durante la operación del sistema, se separarán pequeñas partículas de aire del líquido y entrarán en la válvula. Cada partícula de aire desplazará una cantidad igual de líquido dentro de la válvula y disminuirá el nivel de líquido con relación al flotador. Cuando el nivel de líquido baja hasta un punto donde el flotador ya no flota, éste bajará. Esta acción abre el orificio de la válvula y permite que el aire acumulado en la porción superior de la misma sea purgado hacia la atmósfera. Al purgarse el aire, sube nuevamente el nivel de líquido dentro de la válvula, levantando al flotador y cerrando el orificio de válvula. Este ciclo se repite tan a menudo como se acumule aire en la válvula.

La capacidad de la válvula de escape de aire para abrirse y purgar al aire acumulado bajo presión se logra mediante el uso de un mecanismo de palanca. Cuando el flotador ya no flota, este mecanismo más el peso del flotador producen una mayor fuerza para abrir la válvula, en vez de mantenerla cerrada. De conformidad, para una determinada válvula de escape de aire, cuanto mayor sea la presión más pequeño debe ser el diámetro del orificio a fin de permitir que se abra y purgue al aire acumulado. Por contrario, con la misma válvula y con una presión más baja en el sistema, se puede utilizar un diámetro más grande para liberar el aire acumulado.

NOTA: Las válvulas de escape de aire, cuando se instalan para purgar al aire conforme se acumula en puntos altos durante la operación del sistema. Normalmente no se recomiendan para protección del vacío ni para purgar grandes volúmenes de aire cuando se llenan tuberías de gran diámetro, debido a que tales válvulas de escape de aire inherentemente tienen orificios pequeños, generalmente inferiores a 1/2" de diámetro. Las válvulas de aire y vacío tienen orificios mucho más grandes para este propósito. Sin embargo, las válvulas de escape de aire permiten la resolución de aire bajo condiciones negativas y, si esto es aplicable, especifique válvulas de escape de aire con retención de vacío. Consulte el Boletín 600.



# VÁLVULAS DE AIRE Y VACÍO

Una Válvula de Aire y Vacío funciona con flotador, teniendo un orificio de salida grande de cual a la entrada de las válvulas. Esta válvula permite la salida del o admisión al sistema de volúmenes de aire conforme aquel sea llenado o vaciado.

En las tuberías, prevalecerían las siguientes condiciones:

Al llenarla, se puede creer que una tubería está vacía pero eso no es cierto. En realidad — de aire, y se debe considerar seriamente la presencia del mismo cuando se llena, que aire debe ser escapado en forma uniforme para evitar oscilaciones de presión y ruidos destructivos en la tubería.

Se debe permitir que el aire entre nuevamente en la tubería en respuesta a una presión negativa para evitar la formación de vacíos potencialmente destructivos e inclusive en casos en los cuales la protección contra el vacío no es una preocupación primordial, la salida de aire es todavía esencial para drenar la tubería eficientemente. En los lugares donde se anticipa la separación de la columna una válvula de aire y vacío permitirá que entre el aire evitando así que se forme el vacío destructor que es tan perjudicial como los aumentos de presión.

Para las funciones descritas, se debe instalar Válvulas de Aire y Vacío en cada punto alto o bajo en la gradiente.

Para obtener la mejor protección, debe utilizarse una válvula de escape de vacío de aire que sea hidráulicamente donde ocurra la separación de columna.

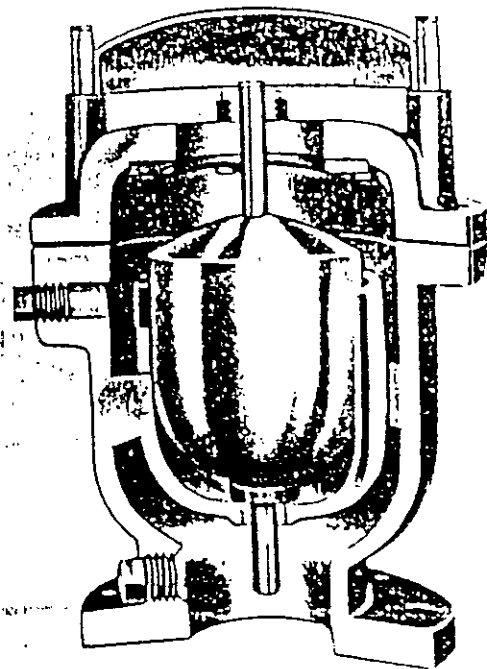
## FUNCIONAMIENTO DE LA VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO

Al llenarse la tubería, el aire escapa a la atmósfera a través de Válvulas de Aire y Vacío instaladas en cada punto alto. Conforme se purga el aire desde la tubería, el agua entrará en la tubería y levantará el flotador para cerrar al orificio de la válvula. El caudal de aire que se escapa es una función del diferencial de presión, el cual se desarrolla a través del orificio de salida de la válvula. Este diferencial de presión se desarrolla conforme el agua que llena la tubería empuja al aire en forma suficiente para darle una velocidad de escape igual a la del fluido que fluye. Puesto que el tamaño de la válvula controla el diferencial de presión, a la cual el aire escapa, la selección del tamaño de válvula es muy importante.

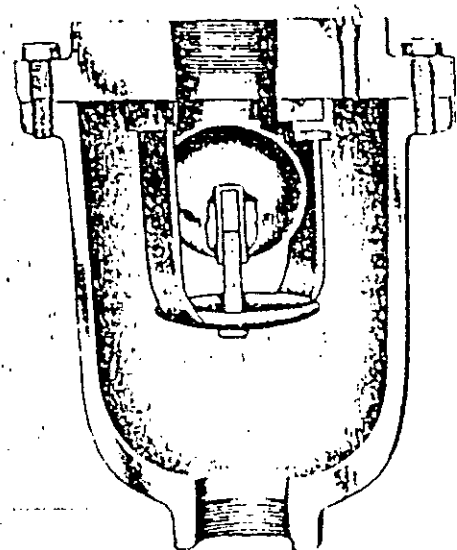
Cualquier momento durante la operación del sistema, si la presión interna de la tubería se reduce a un valor negativo, debido a la separación de la columna, drenaje de la tubería, falta de agua o ruptura de la tubería, el flotador caerá inmediatamente del orificio para permitir la entrada de aire en la tubería. La re-entrada de aire durante la separación de la columna de agua evitará que se forme vacío protegiendo así a la tubería contra aplastamiento. El tamaño de la Válvula de Aire y Vacío dictará el grado de vacío que se evita y por lo tanto es muy importante la selección del tamaño correcto de válvula. La Válvula de Aire y Vacío, una vez que se ha instalado, permitirá admitir aire en la tubería en respuesta a una presión negativa, está lista para dejar que el aire escapa nuevamente. Este ciclo se repetirá con la frecuencia que sea necesaria.

Durante la operación del sistema y mientras está bajo presión, el aire entrará en pequeñas cantidades a la Válvula de Aire y Vacío desde la tubería y desplazará al fluido. Normalmente, toda la Válvula de Aire y Vacío puede llenarse con aire pero no se abrirá porque la presión del sistema continuará manteniendo cerrado al flotador contra el orificio de la válvula. Reiterando, el propósito de una Válvula de Aire y Vacío es descargar el aire durante el llenado de la tubería y para admitir aire durante el drenaje de la misma. No se abre para admitir aire conforme se acumule durante la operación del sistema — para este propósito se usan Válvulas de Escape de Aire.

Consúltese el Boletín 601



DE 4 PULGADAS A 30 PULGADAS



DE 1/2 PULGADA A 3 PULGADAS

## VELOCIDAD DEL FLUJO DE AIRE A TRAVÉS DEL ORIFICIO DE UNA VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO

La velocidad lineal del aire, escapado a través del orificio de una Válvula de Aire y Vacío, aumenta al subir el diferencial de presión a través del orificio hasta lograr a una velocidad máxima de aproximadamente 300 pies por segundo. Esta velocidad máxima del aire ocurre a más o menos 7 psi y permanece constante independientemente del aumento adicional en la presión.

EXPLANATORIA: Al contrario de los líquidos, el volumen de aire que llena un pie cúbico a presión atmosférica ocupará un volumen mucho menor, conforme aumenta la presión.

Por lo tanto, la cantidad de aire realmente expulsado a través del orificio continúa aumentando indefinidamente conforme aumenta la presión. Sin embargo, a que si bien no hay un aumento adicional en la velocidad de escape más allá de aproximadamente los 7 psi, el aire que escapa a una presión constante se hace progresivamente más denso y por lo tanto representa una mayor cantidad cuando se expresa en pies cúbicos a presión atmosférica, o sea C.F.E.A.M.

Para modular esta condición, el flujo de aire es referido siempre en pies cúbicos de aire libre por minuto (C.F.E.A.M.) aún cuando el aire bajo presión está generalmente a alguna otra presión que no sea la atmosférica.

# VÁLVULAS COMBINADAS DE AIRE

Indica su nombre, las Válvulas Combinadas de Aire tiene las características operativas de las Válvulas de Aire y Vacío como de las Válvulas de Escape de Aire. A estas válvulas también se las conoce como Válvulas de Aire con Doble Orificio.

Válvulas son instaladas en todos los puntos altos de un sistema donde se ha determinado que requieren Válvulas de Aire y Vacío y Válvulas de Escape de Aire para purgar y proteger tubería. En general, es sumo práctica Ingeniería el utilizar Válvulas Combinadas de Aire en las Válvulas de Aire y Vacío de propósito único.

Válvulas Combinadas de Aire vienen disponibles en dos estilos de cuerpos: (1) una combinación de un solo cuerpo, y (2) una combinación construida por encargo con dos (2) cuerpos. Una Válvula Combinada de Aire se utiliza cuando se prefiere un tamaño compacto y/o no existe el riesgo de violación debido a la accesibilidad de la instalación. Este estilo está disponible en tamaños de 1" a 8".

Válvula Combinada de Aire construida por encargo es una Válvula de Aire y Vacío conectada por encima de una Válvula de Escape de Aire. Esta válvula combinada ofrece mayor versatilidad que el estilo de un solo cuerpo debido a que se puede utilizar una variedad de Válvulas de Aire con una amplia escala de orificios, con mayores presiones operativas. Este estilo se encuentra disponible en tamaños de 2" a 30". Cuando hay alguna duda acerca del uso de una Válvula de Aire y Vacío o una Válvula Combinada de Aire en un sitio particular, se recomienda utilizar la Válvula Combinada de Aire para máxima protección de la tubería.

Por economía y eficiencia operativa de la tubería, recomendamos altamente tender las tuberías en gradiente cuando posible, en vez de seguir simplemente el terreno natural. El resultado será flujos de líquido menos turbulentos y los puntos altos donde se acumule aire o se requieran Válvulas de Aire.

## OPERACIÓN DE VÁLVULAS COMBINADAS DE AIRE

Válvulas Combinadas de Aire evitan la acumulación de aire en puntos altos dentro de una tubería dejando escapar grandes volúmenes de aire conforme es liberado y liberando bolsas de aire acumuladas, mientras el sistema operacional y bajo presión. Las Válvulas Combinadas de Aire evitan también la formación de vacíos potencialmente destructores al admitir aire en el sistema durante fallas en el suministro eléctrico, separación de la columna de agua o ruptura repentina de la tubería. Además, estas válvulas permiten que el sistema sea fácilmente drenado debido a que el aire reventará según las necesidades.

Podrán evitar condiciones de vacío potencialmente perjudiciales y oscilaciones de presión causadas por el aire, lográndose máximas eficiencias de la tubería mediante un adecuado mantenimiento y aplicación de las Válvulas de Aire.

## APLICACIÓN GENERAL DE LA VÁLVULA DE AIRE

Al aplicar las válvulas de aire, se realizan primero las siguientes determinaciones:

- ¿Dónde deben instalarse Válvulas de Aire en las tuberías?
- ¿Qué estilo de Válvulas de Aire deben utilizarse?
- ¿Qué tamaño de Válvulas de Aire se requieren?

## RESPUESTAS

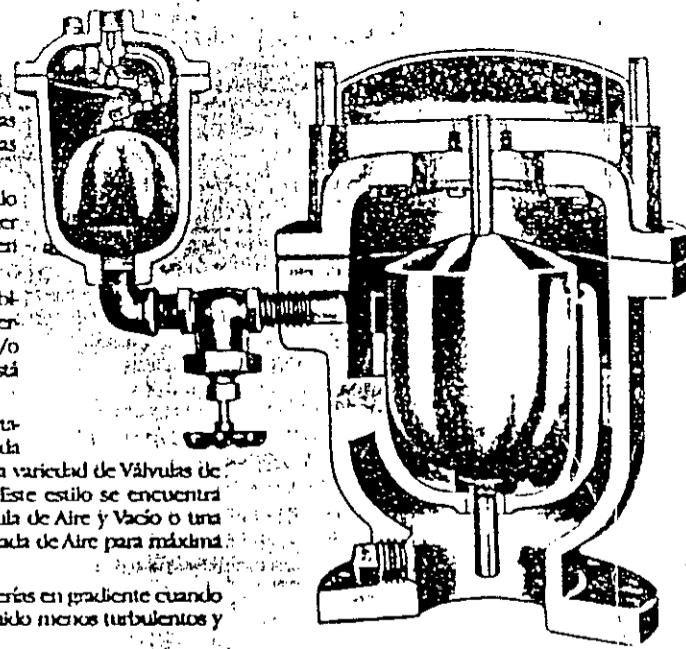
Se deben instalar Válvulas de Aire y Vacío y Válvulas Combinadas de Aire en todos los puntos altos de la tubería y en los cambios del gradiente.

Las Válvulas Combinadas de Aire o Válvulas de Escape de Aire deben ser instaladas en aquellos puntos donde existe la posibilidad de acumulación de bolsas de aire. Del mismo modo, se deben instalar Válvulas de Escape de Aire en puntos altos y a intervalos de 1,500 a 2,500 pies en tramos horizontales largos que carecen de un punto alto claramente definido.

También la instalación de pozos de acceso en puntos internos en tuberías de tamaño grande ofrece un excelente punto para instalar válvulas de escape de aire.

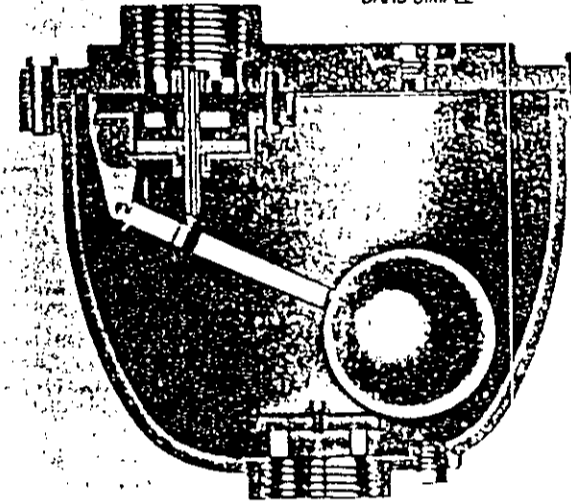
Consulte las instrucciones en la página 80 para determinación de tamaño o utilice la regla de cálculo AFCCO para Válvulas de Aire.

Consúltese el Boletín 623



CUERPO COMBINADO DUPLEX (FABRICADO) POR ENCARGO

CUERPO COMBINADO STANDARD SIMPLE



## TUBERÍA TÍPICA QUE MUESTRA SU GRADIENTE HIDRÁULICO Y LA POSICIÓN DE LAS VÁLVULAS NECESARIAS



- VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO
- VÁLVULA DE ESCAPE DE AIRE
- VÁLVULA COMBINADA DE AIRE
- ⊖ VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO CONTROLADA HIDRÁULICAMENTE

● VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO en la salida de la bomba antes de la válvula de retención. No es necesaria para bombas con altura de elevación de succión positiva. ● VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO CONTROLADA HIDRÁULICAMENTE donde la válvula de compuerta está normalmente cerrada durante el arranque de la bomba para desarrollar una adecuada altura de elevación.

# SELECCIÓN DEL TAMAÑO DE VÁLVULAS DE AIRE Y VACÍO PARA TUBERÍAS

general de los criterios utilizados: las Válvulas de Aire y Vacío APCO se abren siempre que la presión interna de la tubería se aproxime a un valor que permita que el nivel de agua en la válvula baje y que el flotador se caiga de su asiento. Su función consiste en purgar grandes volúmenes de tuberías, cuando se llenan inicialmente, y permitir que el aire entre nuevamente en las tuberías para romper una condición de vacío, cuando las tuberías se drenan, generalmente después de la paralización de la bomba o cuando se drenan las tuberías. Se determina su tamaño igualando el flujo de la válvula con el flujo de agua en la tubería, a una presión diferencial establecida a través de la Válvula de Aire. En el perfil, por debajo de marcamos las gradientes, calculadas y usadas para determinación del tamaño. Estas pueden ser utilizadas en gradientes de tuberías para calcular las abajas en las mismas. Se establece un tamaño mínimo de válvula encontrando el tamaño para el flujo bombeado, que es generalmente inferior al flujo en sentido descendente de las pendientes. Utilizamos un diferencial de presión de 2 psi para el flujo de la bomba, 5 psi para los flujos descendentes. Por encima de 2 psi, el flujo de aire a través del orificio de la válvula se vuelve tan grande que puede causar dos problemas: 1) La válvula puede cerrarse prematuramente debido a la turbulencia, atrapando una bolsa de aire en el sistema; 2) Cuando se cierra la válvula, la interrupción brusca del flujo puede crear una presión sustancial, subida y golpe, lo cual puede dañar la válvula o la tubería. El diferencial de presión de 5 psi para el flujo de aire que presenta un promedio seguro para proteger a la tubería y a las juntas con empacaturadura contra daños debido al vacío.

Válvulas necesarias independientemente para cada punto alto en la línea.  
 El más severo de los dos gradientes adyacentes a cada punto alto.  
 El caudal máximo en pies cúbicos por segundo que puede ocurrir en este gradiente, tanto en el sentido del drenaje de la línea. Cercórese siempre de tomar el caudal más alto posible bajo cualquier circunstancia, gravedad, o flujo de bomba.  
 El caudal en pies<sup>3</sup>/seg = galones por minuto de la bomba

- Utilizar el diferencial máximo de presión así calculado o 5 psi, cualquiera sea el inferior. Se ingresa en el gráfico con este diferencial (arriba superior a 5 psi) y el flujo encontrado durante el drenaje, a fin de seleccionar la válvula apropiada destinada a proteger su tubería contra espelma y separación de la columna de agua debido al vacío.
- Después se entra en el gráfico con la velocidad máxima a la cual se puede llenar la tubería y se utiliza un diferencial de presión de 2 psi. Este tamaño de válvula es suficiente para purgar todo el aire de la tubería antes del cierre de la válvula. Esto garantiza máximo rendimiento de la tubería.
- Comparar los tamaños calculados en los pasos 7 y 8 — cualquiera sea el superior será el correcto para la protección total de su sistema.
- Estas válvulas deben ser instaladas en el punto alto con una válvula de cierre por debajo de ellas.
- Se debe seguir el mismo procedimiento para cada punto alto individual.
- Si la tubería consta de puntos altos claramente definidos o están separados por tramos largos de gradiente uniforme, se recomienda seleccionar las válvulas adecuadas tal como se explicó anteriormente y duplicar instalaciones a intervalos regulares de 1/4 a 1/2 milla de distancia del ingeniero.

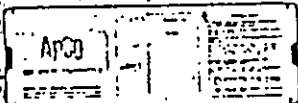
449  
 está siendo llenada o drenada por gravedad.  
 Caudal en pies<sup>3</sup>/seg = 0.08506 (SD) VZ

G = Gradiente (en pies por pie de longitud)  
 D = Diámetro del tubo (pulgadas)  
 La instalación en este punto alto debe dejar escapar o re-entrar una cantidad de aire, en función del caudal máximo posible de agua en pies<sup>3</sup>/seg. Inmediatamente adyacente al punto alto debe haber una válvula de cierre.  
 Empezar en el tamaño de las válvulas seleccionadas, el poco a poco comienza en determinar el tamaño de presión que puede ser liberada a través del orificio de la válvula consistente con el flujo de aire en pies<sup>3</sup>/seg, ya determinado.

Para garantizar la máxima capacidad de la tubería cuando una tubería está en operación se acumulan brines de aire arriba en el punto alto como por una distancia aguas arriba del punto alto. Para purgar este aire instállese en el punto alto la Válvula APCO de Aire y Vacío junto con una Válvula APCO de Escape de Aire No 2000 de Z y una segunda Válvula de Escape de Aire a poca distancia aguas abajo.

P = presión de espelma (PSI)  
 T = espesor de la tubería (pulgadas)  
 D = diámetro de la tubería (pulgadas)  
 Incluye un Factor de Seguridad de 4.

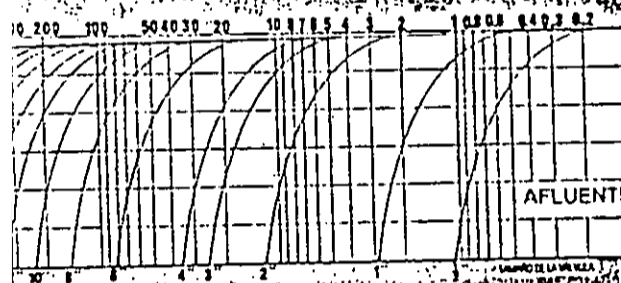
PARA DETERMINAR TAMAÑOS USE LA REGLA DE CÁLCULO APCO PARA VÁLVULAS DE AIRE



PARA SELECCIÓN PRECISA DE TAMAÑOS

## EFICACIA DE RENDIMIENTO PARA LA VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO FUENTE Y AFLUENTE DE AIRE POR LA VÁLVULA EN PIES CÚBICOS STANDARD DE AIRE LIBRE POR SEGUNDO (SCFS)

ESTAS SON CAPACIDADES DE FLUJO REALES A UNA PRESIÓN BAROMÉTRICA A 70°F DE TEMPERATURA BAJO UNA PRUEBA REAL.  
 SON SIMPLEMENTE CAPACIDADES DE FLUJO POR EL ORIFICIO, SINO CAPACIDAD POR TODA LA VÁLVULA.  
 EN LA PRUEBA, LA VELOCIDAD DE ACCESO DEL AIRE ES DESPRECIABLE, POR LO QUE LA CANTIDAD REAL DE FLUJO EXCEDE LOS VALORES MOSTRADOS EN EL DIAGRAMA.



PRUEBAS LLEVADAS A CABO POR PHILLIP PETROLEUM COMPANY, ENGINEERING DEPARTMENT - TEST DIVISION, EDMOND PLANT - 2 DE FEBRERO DE 1961. SOUTHERN RESEARCH INSTITUTE, BIRMINGHAM, ALABAMA - 8 DE MAYO DE 1959.

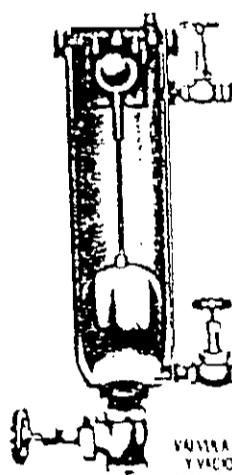
Dimensiones: 26.5 x 11 CM

# VÁLVULAS DE AIRE DE SERVICIO ESPECIAL.

## VÁLVULAS DE ESCAPE DE AIRE Y VÁLVULAS DE AIRE Y VACÍO PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO



VÁLVULA DE ESCAPE DE AIRE PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO



VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO PARA TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO

Las Válvulas de Aire APCO para la operación de alcantarillados son idénticas a las Válvulas de Aire standard descritas en las páginas 76 a 79. Difieren solamente en su apariencia donde los cuerpos son de altura considerablemente mayor.

Los cuerpos alargados sirven para reducir el problema de obstrucciones, permitiendo el uso de un vistazo de flotador largo, lo cual crea una bolsa de aire destinado a prevenir que las aguas negras contaminen al mecanismo.

Para facilitar el mantenimiento, se recomiendan Accesorios de Enjuague con las válvulas, según se ilustran en las fotografías. Una vez instaladas, las válvulas deben ser inspeccionadas aproximadamente una vez al año a fin de determinar la necesidad de contra-enjuague. La prueba para realizar esta determinación es simple y no consume tiempo. Todo lo que se necesita hacer es cerrar la válvula de admisión y abrir la válvula de purga. Si el fluido sale desde el cuerpo de la válvula rápidamente, no se requiere enjuague.

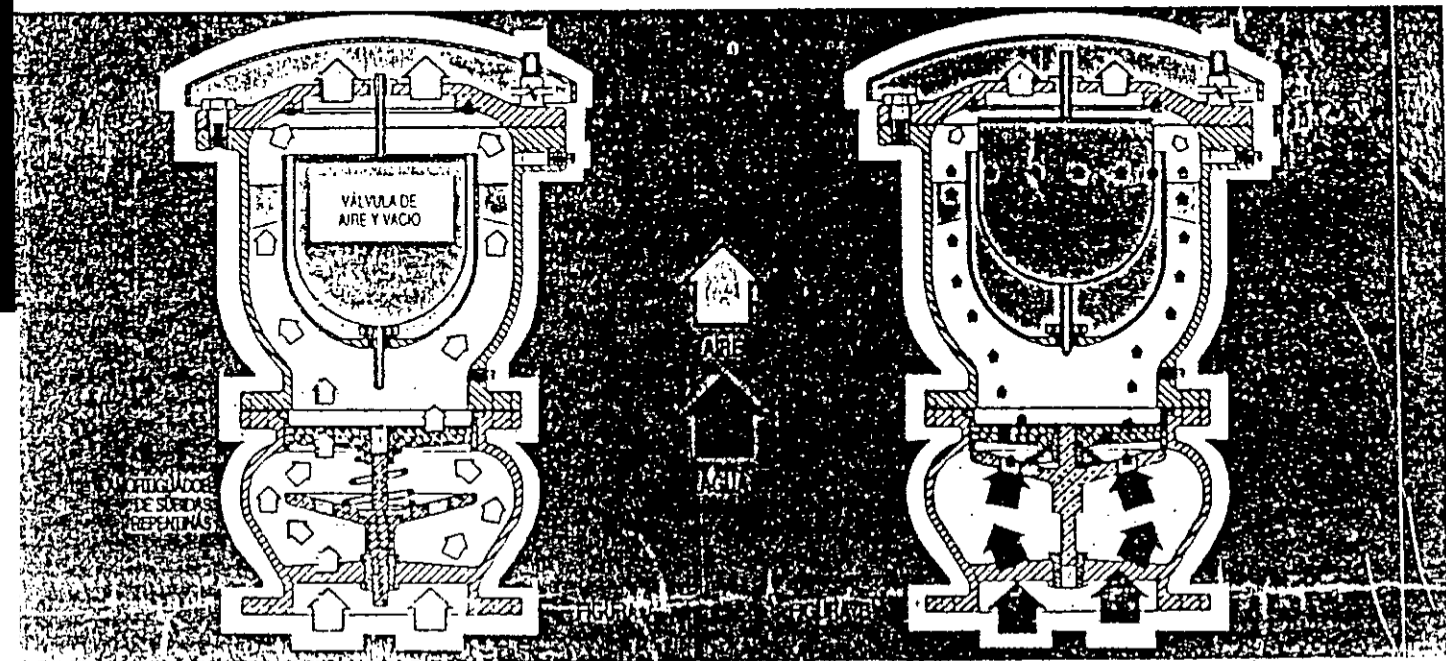
Cuando se le instalan Válvulas de Aire para Alcantarillado a una tubería, se aplican los mismos criterios que en el caso de las Válvulas de Aire standard. Sin embargo, el potencial para tener aire atrapado en las tuberías de alcantarillado es aún mayor que el encontrado en las tuberías de agua debido a que los alcantarillados poseen grandes cantidades de gases. Por lo tanto, se recomienda que cada punto alto sea protegido con una Válvula Automática de Escape de Aire para Tuberías de Alcantarillado.

También se dispone de Válvulas Combinadas de Escape de Aire y de Vacío de Aire.

Consultese el Boletín 400

## VÁLVULA DE AIRE DE CIERRE LENTO

La Válvula APCO de Aire de Cierre Lento está diseñada para eliminar condiciones críticas de choque en aquellas instalaciones donde las condiciones de operación causan el cierre brusco de una válvula de aire regular.



### Cómo funciona . . .

La Válvula APCO de Aire de Cierre Lento consiste en una Válvula standard de Aire y Vacío montada en la parte superior de amortiguador de subidas repentinas.

La Válvula de Aire funciona en la forma normal permitiendo que el aire escape libremente a cualquier velocidad (Figura A).

El amortiguador de subidas repentinas funciona en la interfase entre la energía cinética en los flujos de velocidad relativa del aire y del agua, de modo que el aumento pasa sin resaca o sin pena, cuando el agua entra al amortiguador de subidas repentinas, comienza a cerrarse un disco y reduce la velocidad de flujo del agua en la Válvula de Aire por medio de orificios estranguladores situados en el disco (Figura B).

Esto garantiza el cierre normal suave de la Válvula de Aire y Vacío independientemente de la velocidad inicial de los flujos implicados y reduce las subidas de presión un mínimo cuando se cierra la válvula.

Al pronto como se cierra la Válvula de Aire se iguala la presión a ambos lados del disco del amortiguador de subidas repentinas y el disco vuelve automáticamente a

su posición abierta. Esto significa que la Válvula de Aire no necesita un vacío suficiente para abrirse, sino que puede hacerlo en cualquier momento en que caiga el nivel de agua y cuando la presión de la tubería se aproxime al nivel atmosférico inmediatamente permitiendo el flujo completo de recambio de aire fuera la tubería.

### Donde debe ser utilizada . . .

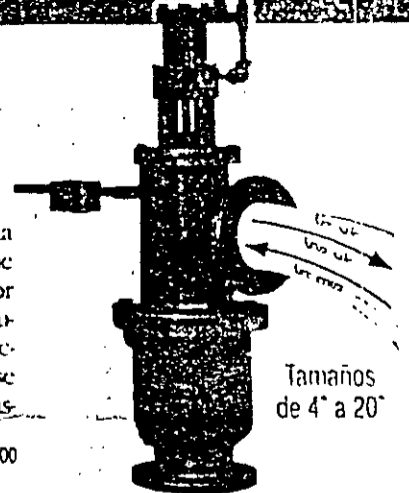
1. En los puntos altos de las tuberías donde el gradiente hidráulico y las condiciones de flujo sean tales que se pueda formar una presión negativa.
2. Puntos altos de secciones de la tubería que tengan velocidades de agua en exceso a los 10 pies por segundo.
3. Adyacente a cualquier válvula de cierre rápido en una tubería, tal como una válvula de retención o de compuerta donde se pueda formar un vacío al cerrarse.
4. En la salida de bombas grandes de turbina (o sea más de 1000 galones por minuto) entre la bomba y la válvula de retención.

Consultar el Boletín No. 413

## VÁLVULA DE AIRE Y VACÍO HIDRÁULICAMENTE CONTROLADA

protección positiva de tuberías contra subidas de presión perjudiciales. El principio operativo de esta es igual que el de la Válvula de Aire y Vacío CONVENCIONAL, con una excepción... Las Válvulas de Vacío Hidráulicamente Controladas normalmente están abiertas (debido a que el pesado flotador no tiene capacidad de flotación) y se cierra lentamente, solamente después de escapar un volumen de agua a fin de evitar una subida de presión. Esta válvula le proporciona excelente protección a tuberías contra subidas primarias y secundarias de presión que ocurre generalmente cuando se reanuda una tubería. El tiempo de cierre de esta válvula es variable y graduable por medio de un sistema de control hidráulico. Serie 7000.

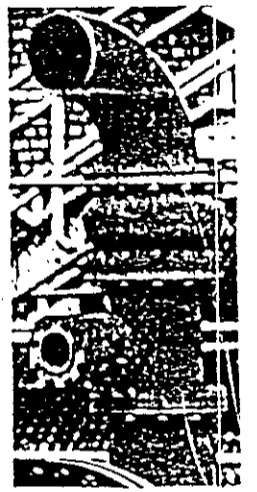
Consúltese el Boletín 7000



## VÁLVULA DE AIRE POR SIFÓN (ESTABLECER Y ROMPER)

Las VÁLVULAS DE SIFÓN POR AIRE son un tipo singular de Válvula de Aire y Vacío que incorporan una paleta que cuelga hacia la corriente principal de flujo de la tubería. La válvula permitirá que se desarrolle y mantenga un flujo de sifón después de que se ha detenido la bomba. Posteriormente, si se invierte el flujo de sifón, la paleta oscila en sentido inverso dando lugar a que caiga el flotador e interrumpa el sifón. La Válvula de Aire por Sifón APCO no requiere conexiones eléctricas o mantenimiento regular y es idealmente adecuada para ambientes exteriores remotos. En años recientes, con la importancia conferida al ahorro de energía, los ingenieros asesores sobre aguas blancas y residuales, consideran frecuentemente el bombeo por medio de un circuito de sifón. Las VÁLVULAS DE AIRE POR SIFÓN APCO son ideales para esta aplicación. Las válvulas de solenoide para sifones de diámetro pequeño o válvulas de mariposa operadas neumáticamente para sifones de gran diámetro pueden también ser adaptadas para esta operación, pero su instalación y mantenimiento son complicadas y molestas. Por ejemplo, se deben instalar líneas de tensión y de aire para la operación de estas válvulas y se requiere también de un compresor de aire. Las VÁLVULAS DE AIRE POR SIFÓN APCO son operadas mecánicamente, sin requerir energía auxiliar. Responden simplemente al flujo, en cualquier dirección, para establecer o interrumpir el sifón, y el mantenimiento es virtualmente nulo.

Serie 5200 disponible en tamaños de 3" a 16" para sifones hasta de 60" de diámetro.



## VÁLVULAS DE ALIVIO DE VACÍO/ADMISIÓN DE AIRE

Las Válvulas de Alivio de Vacío/Admisión de Aire son válvulas de un solo sentido y con orificio grande, permitiendo la admisión del aire en la tubería o en el sistema (para interrumpir el vacío), pero el aire no se escapa cuando la presión del sistema retorna a valor positivo.

Las Válvulas de Alivio de Vacío/Admisión de Aire son válvulas normalmente cerradas (accionadas por resorte) que responden al vacío en una tubería mientras que las válvulas standard de aire y vacío normalmente están abiertas. Las Válvulas standard de Alivio de Vacío/Admisión de Aire están diseñadas para abrirse con un diferencial de presión mínimo de 1/4 PSI a través del orificio. En la fábrica se dispone de ajustes más altos o más bajos.

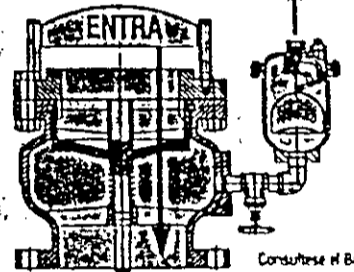
Las Válvulas de Alivio de Vacío/Admisión de Aire están disponibles en combinación con cualquier Válvula APCO de Escape de Aire (Boletín 600) para permitir el flujo completo de aire hacia la tubería y la salida lenta de aire de la tubería, a través del orificio de la Válvula de Escape de Aire. Serie 1500.

RAPIDO



NO SALE AIRE

AIRE  
AIRE RAPIDO LENTO SALE



Consúltese el Boletín 1500

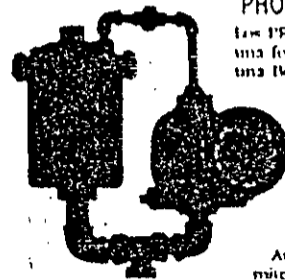
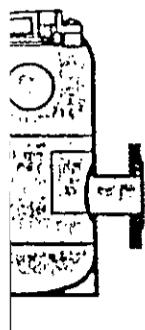
## ELIMINADORES DE AIRE PARA PRODUCTOS DE PETRÓLEO Y OTROS LÍQUIDOS VOLÁTILES

Los Eliminadores de Aire utilizan un mecanismo controlado de escape de aire, montado en un cuerpo grande de acero forjado. Este cuerpo grande de acero tiene toma y salida rebordados, permitiendo que el Eliminador de Aire sea instalado en la tubería. Como resultado, el Eliminador de Aire funciona como una Válvula de Escape de Aire en línea.

EL PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO ES EL SIGUIENTE:

El flujo pasa desde la tubería principal a través del cuerpo del Eliminador de Aire y debido a que dicho cuerpo tiene un área considerablemente superior a la de la tubería principal, la velocidad del fluido disminuye a través del Eliminador de Aire. Cuando disminuye la velocidad, se expulsa el aire atrapado en el fluido y es purgado automáticamente.

Se utilizan también deflectores para interrumpir el flujo y fomentar la separación del aire del fluido que está siendo bombeado. Serie 1000.



## PROTECTORES DE BOMBAS

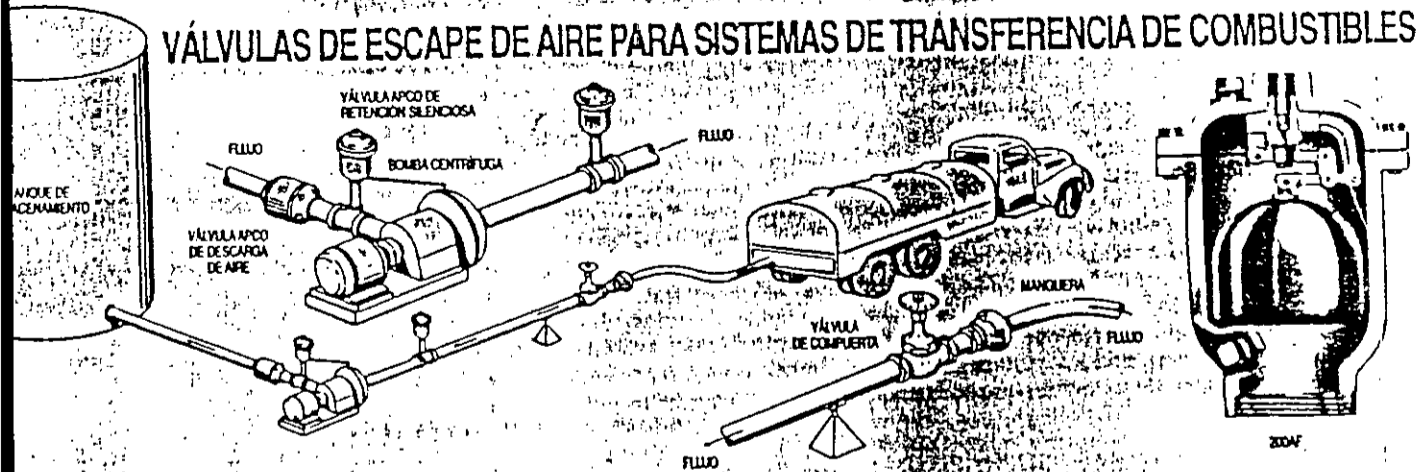
Los PROTECTORES DE BOMBAS son una forma económica de proteger a una Bomba Centrífuga más costosa contra daños debido a una película de cebado por cualquier razón. El Protector de Bombas tiene dos (2) componentes: una Válvula Automática de Escape de Aire y un Interruptor de Control de Nivel de Agua. La Válvula Automática de Escape de Aire permite que sea purgado el aire proveniente del conducto de succión y la

espira de la bomba. El Interruptor de Control de Nivel de Agua detecta la subida del nivel de agua, indicando que la bomba está cebada o que el nivel está bajando - para indicar película de cebado y luego establece o rompe el circuito eléctrico para la bomba. Además, puede ser una corneta o cualquier otra luz de alarma. Son de bajo costo. La instalación y mantenimiento son sencillos. Serie 212M. Consúltese el Boletín 645.



# APLICACIONES TÍPICAS DE VALVULAS DE AIRE...

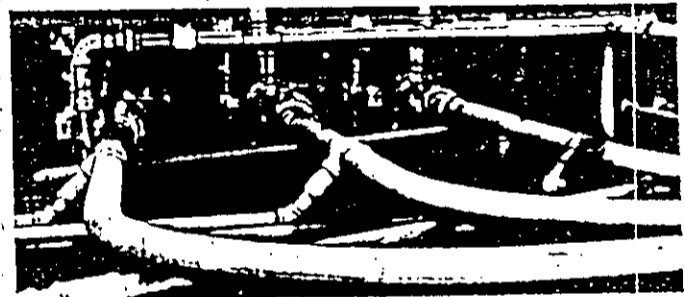
## VALVULAS DE ESCAPE DE AIRE PARA SISTEMAS DE TRANSFERENCIA DE COMBUSTIBLES



Las Válvulas de Escape de Aire para combustibles líquidos son instaladas y operadas como se hace con las Válvulas standard de Escape de Aire en tuberías para un empuje, existe una diferencia principal y radica en el diseño del flotador de la Válvula de Escape de Aire para Combustible está diseñado para mayor flotabilidad que el flotador de una Válvula standard de Escape de Aire para agua. Es esencial una flotabilidad adicional para vencer la gravedad específica más baja de los varios combustibles líquidos, para garantizar un cierre perfecto y para evitar derrames peligrosos de combustible provenientes de la Válvula de Escape de Aire.

Nota: No se deben utilizar Válvulas standard de Escape de Aire para agua o para gases de combustible. Cuando se pidan o especifiquen Válvulas APCO de Escape de Aire para servicio de combustible, agréguesele el sufijo "F" al número de modelo de la válvula, o sea, la Válvula de Escape de Aire modelo 200 se convierte en Modelo 200F; la Válvula de Escape de Aire Modelo 55 convierte en 55F.

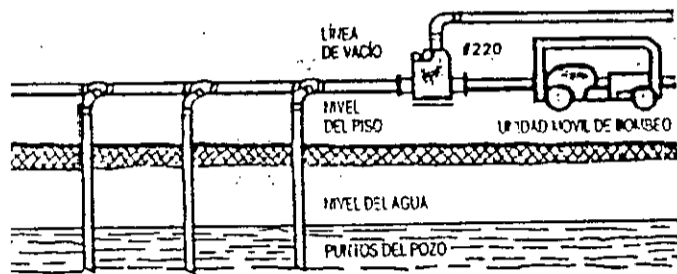
Consúltese en Boletín 6510



## ELIMINADORES DE AIRE

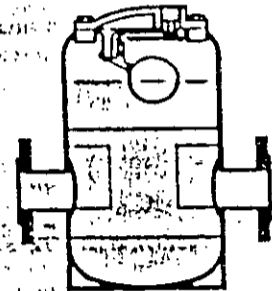
### MAS DE PUNTO DE POZO

En sistemas de punto de pozo y otros similares que están sujetos a masas de aire atrapadas e intermitentes, los Eliminadores de Aire son excelentes debido a su capacidad para aspirar y retener toda la masa de aire y luego purgarla a la atmósfera. Cuando hay presión negativa en la tubería, es necesario aceptar un conducto de vacío en la válvula. Esto garantiza que cualquier aire acumulado en la válvula será succionado cuando se abra la misma.



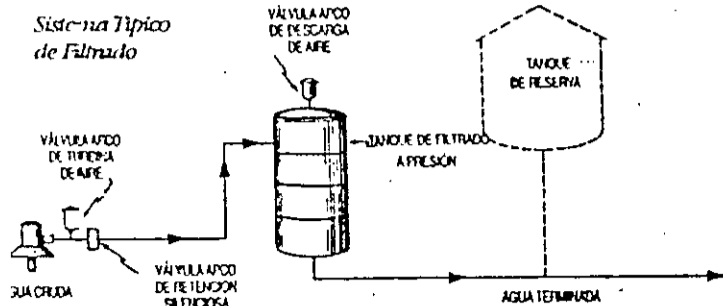
### APLICACIÓN:

Los Eliminadores de Aire son especialmente valiosos para uso en sistemas medicinales de gasolina y aceite, donde es esencial eliminar cualquier aire o vapor existente en el fluido antes de que llegue al medidor, evitando así lecturas falsas y costos al comprac...



Se dispone en tamaños desde 2" hasta 12" construidas según las normas del código ASME para máxima protección.

## VALVULA DE ESCAPE DE AIRE PARA FILTROS DE PRESIÓN



Muchas municipalidades y sistemas de aguas industriales utilizan Tanques con Filtros de Presión.

Cada Filtro de Presión requiere una Válvula de Escape de Aire para purgar el aire atrapado durante operaciones normales o en algunos sistemas el aire que se inyecta en el agua en el proceso de aeración.

Se han utilizado con éxito muchas válvulas APCO diferentes para este propósito, pero recomendamos la Válvula APCO de Escape de Aire de 1/2" - No. 55 como la más apropiada para servicio de filtros.

La Válvula de Aire debe ser montada en la parte superior del tanque del filtro y, en aquellos sistemas donde se utiliza un grupo de filtros, cada tanque debe tener su propia válvula de aire.

En sistemas de filtro servidos por una bomba de turbina de pozo profundo, una Válvula APCO de Aire de Turbina y una Válvula APCO de Retención Silenciosa, instaladas adyacentes a la bomba, garantizarán un sistema totalmente protegido.

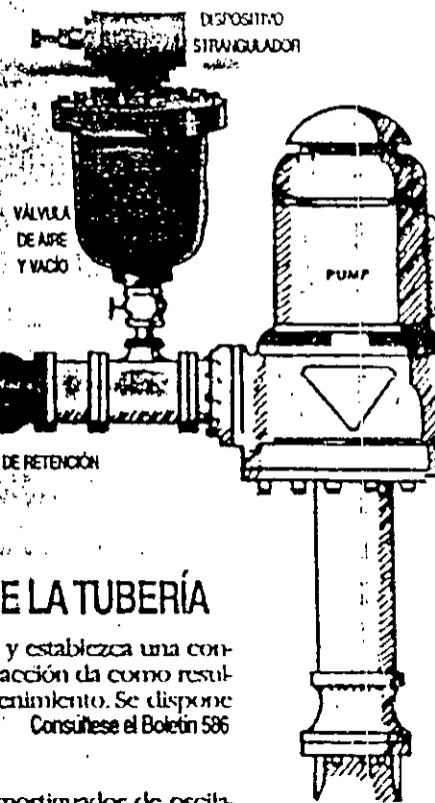
Consúltese los Boletines Nos. 526 y 640

# APLICACIONES TÍPICAS DE VÁLVULAS DE AIRE . . . .

## VÁLVULAS DE AIRE PARA BOMBAS DE TURBINA VERTICAL

VÁLVULAS DE AIRE PARA BOMBAS DE TURBINA VERTICAL son esenciales para prevenir la salida de grandes volúmenes de aire en el sistema cada vez que se arranca la bomba y para introducir un vacío cuando se detiene la misma. Las Válvulas de Aire para Bombas de Turbina Vertical básicamente Válvulas de Aire y Vacío. Sin embargo, características adicionales como un Difusor de Agua o un Dispositivo Externo estrangulador de aire o un Amortiguador de Subidas de Agua de entrada son esenciales para adaptar estas válvulas al uso en bombas de Turbina Vertical en pozos profundos. Sin estas características, la Válvula básica de Aire y Vacío probablemente derramará cantidades sustanciales de agua antes de cerrarse, o quizás no llegue a cerrarse de no cerrarse en absoluto, o puede cerrarse prematuramente debido que el aire contenido en una de succión está saturado con humedad. Las características mencionadas garantizarán una operación adecuada y eficiente y evitarán que la estación de bombeo se empape con agua.

Consultense los Boletines Nos. 586 y 601



### INSTALACIÓN

La Válvula de Aire y Vacío debe instalarse en el lado de descarga de la bomba tan cerca como sea posible a la Válvula de Retención. Se recomienda una Válvula de Retención. Consulte el Boletín 769, "¿Qué Válvula de Retención Debo Utilizar?"

Se recomienda que la Válvula APCO de Cierre se instale por debajo de la Válvula de Aire y Vacío, para inspección y mantenimiento futuros.

### EFICIENCIAS DEL DISPOSITIVO ESTRANGULADOR AL DARLE SERVICIO DE LA TUBERÍA

El dispositivo estrangulador permite que el operario restrinja el flujo de aire que escapa de la válvula y establezca una presión que retarde la elevación de la columna de agua. Se reducen así las subidas en la tubería. Esa acción da como resultado una operación más suave y libre de problemas, con un ahorro concomitante en gastos de mantenimiento. Se dispone de dispositivos estranguladores en la Válvulas de Aire y Vacío APCO de tamaños desde 1/2" hasta 6".

Consultese el Boletín 586

Condiciones especiales: O Bombas de Alto Servicio (por encima de 150 PSI).

Cuando las velocidades de descarga de la bomba son de 10 pies por segundo o más, se utiliza un amortiguador de oscilaciones con las válvulas de aire y vacío para evitar el efecto de tubión (choque de ariete) del agua y llevar la salida de descarga suavemente hacia el pozo a fin de silenciar el ruido y contener los derrames.

Consultese el Boletín 613 "Válvulas de Aire y Vacío de Cierre Lento".

Cuando la bomba está funcionando contra una válvula de descarga positivamente cerrada, se utiliza la Válvula de Aire y Vacío Positivamente Controlada para evitar que haya alguna oscilación antes de que se abra la válvula de descarga. Consultese el Boletín 7000

## VÁLVULAS DE ESCAPE DE AIRE PARA BOMBAS CENTRÍFUGAS

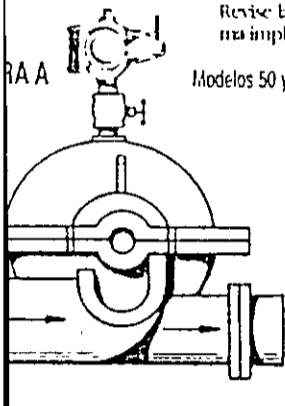
Una Válvula de Escape de Aire montada sobre la espina de una bomba, tal como se ilustra abajo en el dibujo, liberará a la bomba del aire atrapado. La Válvula de Escape de Aire será suministrada, a solicitud con una Válvula Esférica que permitirá la salida pero no la entrada de aire; esto es especialmente deseable con flujos volúmenes. El Modelo 55 es estándar con válvulas esféricas de vacío. Una válvula esférica de vacío es una opción en todas las otras válvulas de escape de aire.

Consultese el Boletín 600

Revise el orificio roscado de la válvula de la bomba; si es de 3/8" o más, seleccione de la tabla una válvula con el mismo tamaño de entrada y montada de acuerdo con la Figura A.

Si tiene menos de 3/8", utilice la válvula #55 de 1/2" montada en el lado de succión según la Figura B.

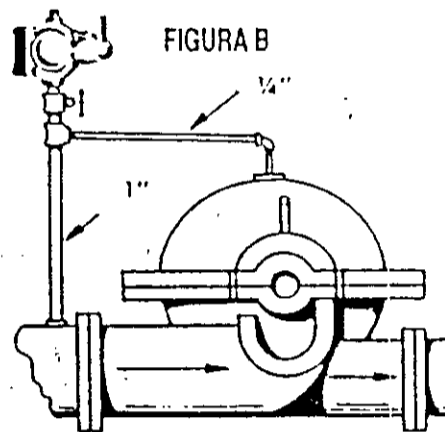
Revise la tabla para comprobar que la válvula seleccionada pueda manejar la presión máxima implicada. Al hacer el pedido, especifique la presión de trabajo.



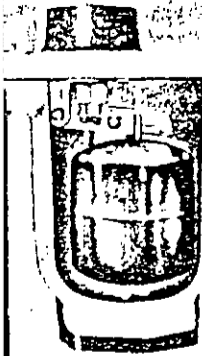
Modelos 50 y 55 — APROBADOS POR FACTORY MUTUAL (FM) y LISTADOS POR UNDERWRITERS (UL)

NUMERO DE MODELO DE VÁLVULA	TAMAÑO NPT DE LA TOMA	MATERIAL	PRESIÓN MÁXIMA
50	1/2", 3/4", 1"	Hierro fundido	150 PSI
55	1/2"	Hierro fundido	150 PSI
85	1/2", 3/4", 1"	Hierro fundido	150 PSI
200A	1"	Hierro fundido	300 PSI
200	1 1/2", 2"	Hierro fundido	300 PSI
205	2"	Hierro fundido	800 PSI
206	1 1/2", 2"	Acero fundido	1500 PSI

\* Se dispone de otros materiales tales como Acero Inoxidable, Acero, Bronce, etc.



# APLICACIONES TÍPICAS DE VALVULAS DE AIRE

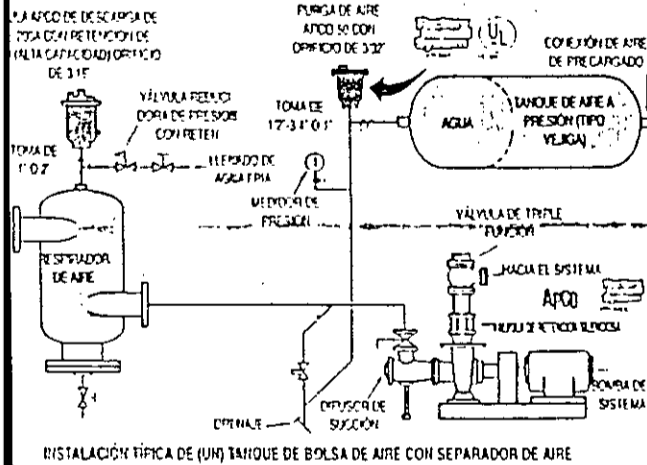


## VÁLVULA DE PURGA DE AIRE No. 50

En puntos altos de una tubería de agua, ya sea agua doméstica — agua caliente — o agua fría para refrigeración, SEACUMULARÁ AIRE Y DEBE SER PURGADO. Eso también es cierto cuando se encuentra una gran cantidad de aire, como en el caso de la Inyección de Cloro con Aire al sistema de agua. EL AIRE SEACUMULARÁ Y DEBE SER PURGADO.

La Válvula APCO de Purga de Aire No. 50 instalada en estos puntos altos purgará al aire acumulado a fin de garantizar el libre flujo de agua y reducir el problema de los efectos irritantes y algunas veces perjudiciales del turbión (choque de ariete).

La Válvula APCO standard de Purga No. 50 con orificio de 3/32" proporcionará un escape más que adecuada para estas instalaciones.



INSTALACION TÍPICA DE (UNA) TANQUE DE BOLSA DE AIRE CON SEPARADOR DE AIRE

La gran mayoría de los Edificios (con más de dos pisos), que utilizan un sistema central de calefacción/enfriamiento con agua caliente y agua fría, requieren confiables Válvulas de Purga de Aire y Válvulas de Escape de Aire con cierre positivo. Esta aplicación exige Válvulas APCO de Aire robustas y de larga duración.

La variedad barata — válvulas de purga que son desechadas cuando tienen fugas — no satisface los requerimientos de esta aplicación.

Las Válvulas de Aire idealmente apropiadas para esta aplicación son las APCO Modelo 200A/VC y Modelo 50.

El propósito de la Válvula de Purga de Aire No. 50 es liberar al sistema de tubería de pequeños bolsos de aire que se acumulan en todos los puntos altos que de otro modo podrían restringir o interrumpir el flujo debido a un bloqueo por aire.

El propósito de la 200A/VC es purgar grandes volúmenes de aire, particularmente durante el llenado inicial del sistema de agua, pero también después del llenado cuando se debe ventilar hacia la atmósfera el aire atrapado en el Tanque Separador de Aire procedente de la caldera o del intercambiador de calor. La 200A viene con un control de vacío para evitar que el aire entre nuevamente al Separador de Aire.

Consúltase el Boletín No.

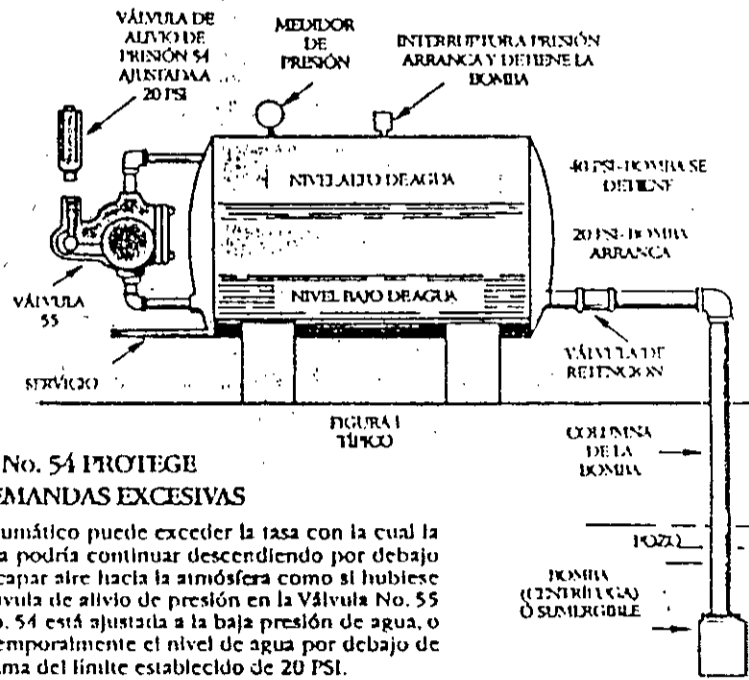
## VÁLVULAS DE ESCAPE DE AIRE PARA TANQUES HIDRONEUMÁTICOS DE AGUA

Se utilizan las Válvulas de Escape de Aire No. 55 en tanques hidroneumáticos de agua. Para evitar en forma automática que el tanque quede atascado por aire o inundado con agua, se procede en la siguiente forma. CONSULTESE LA FIGURA No. 1. Conforme se succiona agua desde el tanque, el aire atrapado se expande y la presión cae. Cuando la presión llega a 20 PSI, la bomba arranca para forzar al aire en la columna de la bomba, hacia el tanque, aumentando el volumen de aire.

La bomba continúa bombeando agua hacia el tanque, comprimiendo al aire y subiendo el nivel de agua. La bomba se detiene cuando el aire es comprimido hasta 40 PSI. Con cada arranque de bomba se agrega más aire al tanque resultando en la reducción del nivel de agua. Cuando el nivel del agua cae por debajo de la Válvula de Escape de Aire No. 55, ésta se abre para dejar escapar el excedente de aire hacia la atmósfera, evitando así que el tanque quede atascado por aire. La adición continua de aire con cada arranque de bomba evita la inundación del tanque con agua.

### LA VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN No. 54 PROTEGE EL EQUILIBRIO AGUA-AIRE DURANTE DEMANDAS EXCESIVAS

Ocasionalmente, la demanda sobre un tanque de suministro hidroneumático puede exceder la tasa con la cual la bomba puede reabastecer el suministro. Por lo tanto, el nivel de agua podría continuar descendiendo por debajo del nivel de la Válvula No. 55, permitiendo que se abra y que deje escapar aire hacia la atmósfera como si hubiese un sobre-suministro de aire. Esto no se desea y la instalación de la válvula de alivio de presión en la Válvula No. 55 evitará esta situación debido a que la Válvula de Alivio de Presión No. 54 está ajustada a la baja presión de agua, o sea 20 PSI, de modo que cuando una demanda excesiva disminuye temporalmente el nivel de agua por debajo de la Válvula No. 55, el aire no puede escapar a menos que esté por encima del límite establecido de 20 PSI.



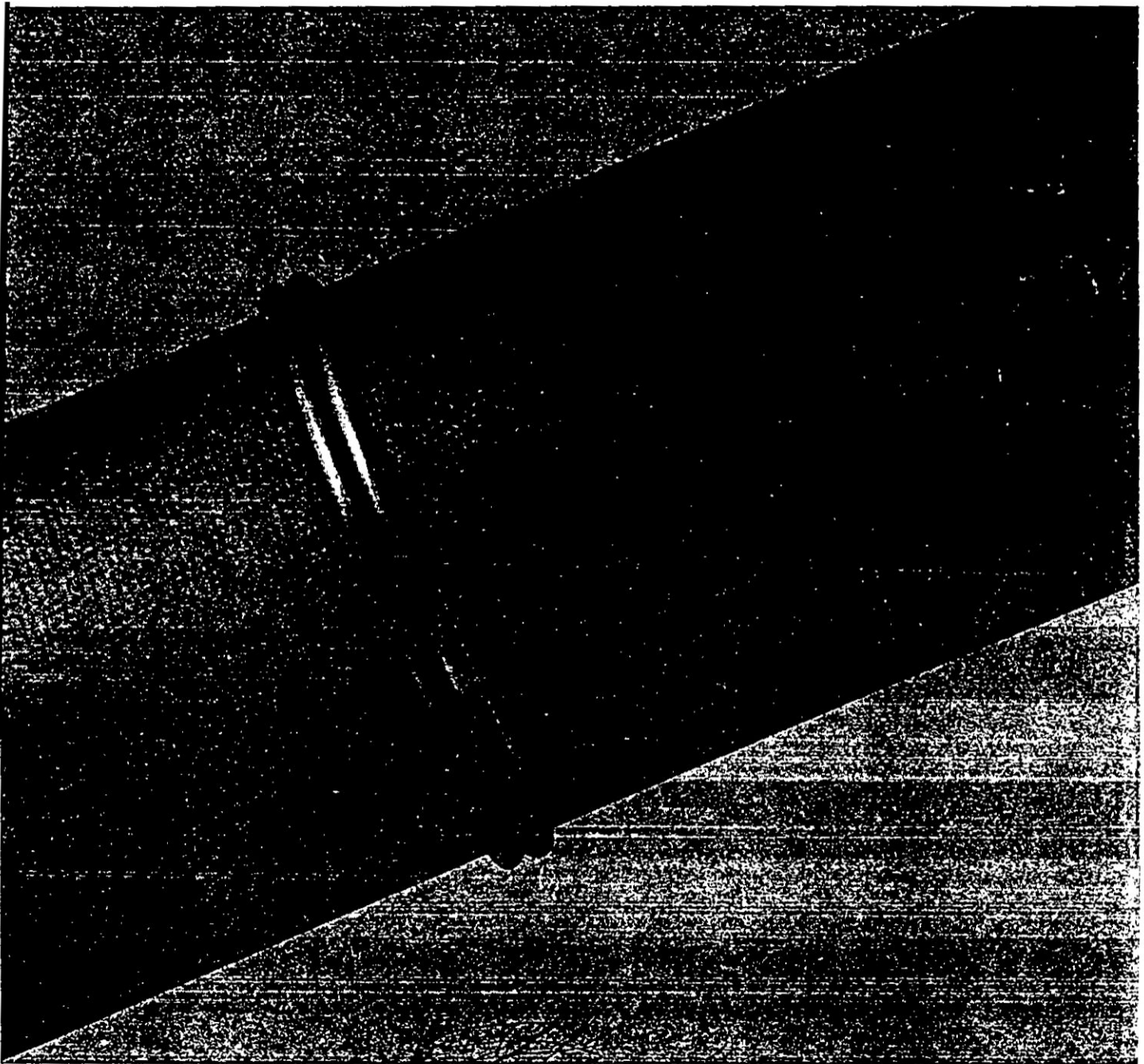
ESTOS PRODUCTOS NO SON FABRICADOS, NI VENDIDOS, NI SU PROPÓSITO ES PARA USO PERSONAL, FAMILIAR O EN EL HOGAR. PARA SUGERENCIAS, SOBRE ESPECIFICACIONES DE LAS VALVULAS DE AIRE... O AYUDA EN SUS APLICACIONES, nuestro DEPARTAMENTO INGENIERÍA está listo a toda hora para ayudarle con sus necesidades de selección de válvulas. Por favor escribanos o llámenos al número sin cargo (800) 323-6969 (en los EE.UU.)

"POR LA PRESENTE LA CORPORACION VALVE & PRINTER SE RESERVA EL DERECHO DE CAMBIAR CUALQUIER PIEZAS COMPONENTES QUE, EN LA OPINION DE SU DEPARTAMENTO DE INGENIERIA, PUEDA MEJORAR EL PRODUCTO O AUMENTAR SU SERVICIO."

Anexo 7.- Boletín técnico 108 - Plexco Chevron



**Plexco**



# Tubería PE 3408 de Polietileno de Alta Densidad de Peso Molecular Extra Alto

## Más de 50 Años de Servicio de Calidad

Este manual es una guía de entrenamiento para la técnica de fusión de extremos (por calor) para unir la tubería de polietileno de alta densidad de peso molecular extra alto (EHMW). Fusión de extremos es el método preferido para unir la tubería de polietileno de alta densidad. Ha sido un procedimiento aceptado por las industrias de servicios municipales y de gas por cerca de 20 años.

La resina PLEXCO P34CH usada en fabricar la tubería PLEXCO PE 3408 ha sido especialmente formulada para producir un material de calidad para tubería que pueda fácilmente fundirse para formar uniones duras y fuertes. Su peso promedio molecular se halla en la banda de peso molecular extra alto (250,000-1,500,000) y es comparable con el de cualquier otro material de tubería en el mercado. La amplia distribución de peso molecular de esta resina hace posible el producir fácilmente uniones de extremo por fusión con mayor control de lo que fuera posible hacerlo con tubería hecha de resinas que tuvieran el mismo peso molecular pero una distribución de peso más estrecha. Esto significa que con la tubería de polietileno de alta densidad PLEXCO EHMW PE 3408 usted tiene la clasificación de presión y la resistencia a la abrasión de un material de alta densidad y de peso molecular extra alto, más la facilidad de ensamble uniendo los extremos por fusión.

Aquí se describen los procedimientos apropiados para usar la fusión por calor, para formar una unión fuerte y durable con la tubería PLEXCO PE 3408. La experiencia ha mostrado que una unión hecha por una persona debidamente entrenada, usando un procedimiento de fusión probado, que ha pasado una inspección visual basada en una formación apropiada del cordón, tendrá características de fuerza comparable a la tubería misma. En efecto, las fusiones de tubería unidas por fusión por calor, se convierten en una sola pieza de tubería.

*NOTA: Los procedimientos por fusión de extremos recomendados por PLEXCO han sido calificados de acuerdo con el Código Título 49 del Registro Federal, parte 129.283 (Title 49 Code of Federal Register, Part 192.283).*

Este boletín es para ser usado como guía para la técnica de unión de extremos por fusión. No lleva el propósito de que se use como instrucciones de instalación y no debe sustituir el lugar de la asesoría de un ingeniero de diseño profesional.



**Plexco**<sup>®</sup>

## Aspectos Claves del Procedimiento de Fusión de Extremos

La tubería de polietileno de alta densidad PLEXCO PE 3408 es unida por un proceso simple de fusión por calor. Los pasos básicos en este proceso son:

1. Asegurarse que las superficies de las herramientas de fusión, la tubería y aditamentos se hallen libres de contaminantes.
2. Caliente las superficies que van a ser unidas -la tubería y los aditamentos- simultáneamente a una temperatura prescrita por el tiempo especificado.
3. Quite el calentador - junte las superficies fundidas.
4. Manténgalas unidas hasta que solidifiquen.

La fusión produce una unión que es fuerte como la tubería misma y tiene un historial de desempeño probado.

Antes de empezar a fundir, recuerde los siguientes puntos:

1. Todas las superficies del calentador, tienen una capa delgada de un recubrimiento no-adherible que fácilmente se raya o se raspa. Este recubrimiento evita que el polietileno fundido se adhiera firmemente a las superficies del calentador, no obstante debe también limpiarse ocasionalmente.

Nunca deben usarse herramientas de metal para limpiar las superficies del calentador porque rayan o raspan la cubierta.

Implementos de madera o trapos secos limpios de pelusa son los recomendados para esta limpieza. Se recomiendan trapos de puro algodón porque los que tienen una cantidad sustancial de fibra sintética pueden derretirse y carbonizarse sobre las superficies del calentador.

Si la película no-adherible se desgasta o raya, la unidad de calentamiento deberá recubrirse.

El polietileno fundido se adhiere firmemente al hierro caliente, y es más difícil quitarlo cuando el recubrimiento ha sido raspado. Más aún, como el recubrimiento actúa como aislador, la transferencia de calor en estas áreas no recubiertas es mayor y puede ocurrir un sobrecalentamiento en ellas.

2. Un momento antes de usarse, limpie los calentadores para quitar el polvo y el material extraño. Tan pronto como sea posible después de usarse, limpie los calentadores con implementos de madera y trapos limpios para retirar el plástico fundido o carbonizado.

3. Al término de cada ciclo de calentamiento, observe rápidamente las partes que van a unirse para asegurar trayectoria de fundidos suficientes y uniformes.

Una las partes antes de tres segundos.

Si se obtiene un moldeo no-uniforme, permita que la tubería se enfríe, corte los extremos de la tubería y repita el procedimiento.

4. Compruebe la temperatura de las superficies del calentador cuando menos una vez al día, con un pirómetro de superficie o con un indicador de creyón para una temperatura superficial de fusión de  $400 \pm 10^\circ\text{F}$  o de  $500 \pm 10^\circ\text{F}$ . El termómetro del calentador probablemente mostrará una lectura más alta que las superficies de fusión. Verifique el termómetro frecuentemente para lecturas consistentes.

5. Nunca deje una unidad de calentamiento caliente sobre el suelo o zacate cuando el ciclo de calentamiento ha terminado. Regréselo a su soporte si es posible, o cuando menos déjelo sobre un tablón. La tierra puede contaminar la unión y dañar el recubrimiento; el zacate puede arder y carbonizarse sobre la superficie del calentador.

### Temperatura para la Fusión de los Extremos

El personal de Servicios Técnicos PLEXCO ha conducido pruebas extensivas para calificar el procedimiento de fusión de extremos, bajo condiciones de laboratorio a un número de diferentes temperaturas en una banda de  $350^\circ$  a  $525^\circ\text{F}$ . Este trabajo ha mostrado que hay un número de condiciones de "tiempo-temperatura-presión" que pueden ser usados para obtener uniones aceptables.

Los procedimientos probados en el laboratorio han sido modificados basándose en experiencias de campo para proporcionar dos temperaturas superficiales del hierro calentador que son recomendadas para fusión de los extremos de tubería de polietileno y aditamentos PLEXCO:

$440^\circ\text{F}$  y  $500^\circ\text{F}$ . La selección de la temperatura debe basarse en el procedimiento de operación y condiciones de operación que tenga el instalador.

La principal diferencia en el procedimiento usado para  $440^\circ\text{F}$  y  $500^\circ\text{F}$  es el tiempo de calentamiento necesario antes de hacer la unión. La temperatura más baja requiere de un tiempo un poco más largo. Este tiempo extra permite alguna ventaja en la producción y control del tamaño del cordón. Por esta razón PLEXCO recomienda  $440^\circ\text{F}$  como la temperatura de superficie del hierro de calentamiento para fusionar la tubería PLEXCO PE 3408 EHMW con los aditamentos.

## Procedimiento para la Fusión de Extremos

La fusión de los extremos de la tubería de polietileno PLEXCO PE 3408 EHMW se lleva a efecto fácilmente, utilizando el equipo disponible hoy en día. Para tubos de medidas de diámetro interior de 4" y mayores normalmente se usan máquinas de fusión hidráulica, y se presentan los procedimientos siguientes para estas máquinas. Los tubos de diámetros interiores de 4" y menores se fusionan usando equipo operado manualmente. Los procedimientos y principios para el equipo de fusión manual son esencialmente los mismos que siguen.

## Fusionado de la Tubería PLEXCO PE 3408 a Tubería de otros Fabricantes

Los estudios industriales indican que el polietileno de diferentes marcas registradas y/o diferentes polietilenos, tales como los materiales 2306, 2406, 3406 y 3408 pueden unirse exitosamente por fusión con calor.

Los tiempos de fundido preescrito a 500°F por cada fabricante para sus productos deberán ser usados. Aplique primero la herramienta de calentamiento al material que necesite el mayor tiempo para fundirse. Después aplique el producto que requiera menor tiempo al calentador, de forma que el ciclo de fundido para ambos productos se complete al mismo tiempo. Todas las otras condiciones y procedimientos de fusión permanecen igual que si se unieran productos PLEXCO.

El Instituto de Tubería Plástica ha expedido un documento, la nota técnica PPI TN-13 sobre "Lineamientos Generales para Fusión por Calor de Tuberías de Polietileno Disímiles y Aditamentos". PLEXCO recomienda que estos lineamientos sean utilizados cuando se unan polietilenos distintos. Sin embargo, el mezclar diferentes polietilenos no deberá hacerse indiscriminadamente—las condiciones de unión óptimas se tienen cuando la tubería y accesorios son sistemas del mismo fabricante.

Bajo pedido, PLEXCO suministrará información adicional y asistencia técnica en el procedimiento de fusión apropiado para unir los sistemas PLEXCO con sistemas de polietileno de otros fabricantes o de otros materiales designados.

## Procedimiento de Preparación para Máquinas Hidráulicas de Fusión

1. Verifique el nivel de aceite en el depósito. Si es necesario agregue aceite como recomienda el fabricante del equipo.

Para unidades impulsadas por motor eléctrico:

- 2A. (a) Conecte el cordón eléctrico del calentador.  
(b) Conecte el cordón eléctrico del presentador.  
(c) Conecte el cordón del motor de la bomba hidráulica y préndase.

Para unidades impulsadas por motores de gasolina auto-contenidos:

- 2B. (a) Llene el tanque de gasolina.  
(b) Desconecte el cordón del calentador y abra la válvula de operación del presentador.  
(c) Cierre el ahogador, cierre el interruptor y presione el botón de arranque.  
(d) Abra el ahogador al irse calentando el motor, cierre la válvula de operación del presentador y conecte el calentador.

3. Ponga el calentador en la caja de calentamiento.

4. Verifique el manómetro y ajuste la presión de acuerdo al tamaño de la tubería según recomienda el Departamento de servicios Técnicos PLEXCO.

5. Coloque los soporte rodillo para montaje de tubería y/o el soporte carro-remolque de tubería y ajuste a la altura apropiada.

6. Si es necesario, instale los insertos apropiados en las grapas.

7. Verifique la temperatura del calentador. Limpie el calentador con instrumentos de madera o trapos. No use herramientas metálicas ya que estas rayarán y quitarán el recubrimiento anti adherible. Si es necesario ajuste para mantener el rango recomendado de temperatura superficial de fusión de 440°F ±10°F. Puede usarse como alternativa una temperatura de 500°F ±10°F.





# Plexco®

## Procedimiento de Fusión de Extremos

Con un trapo limpio frote ambas superficies, la interior y exterior de los dos extremos que van a unirse, para retirar el polvo y otros materiales extraños. Es importante que los extremos que sobresalen de las mandíbulas estén absolutamente limpios y libres de contaminantes.

1. Instale la tubería en la máquina, permitiendo que los extremos sobresalgan 1" a 2" de las mandíbulas.

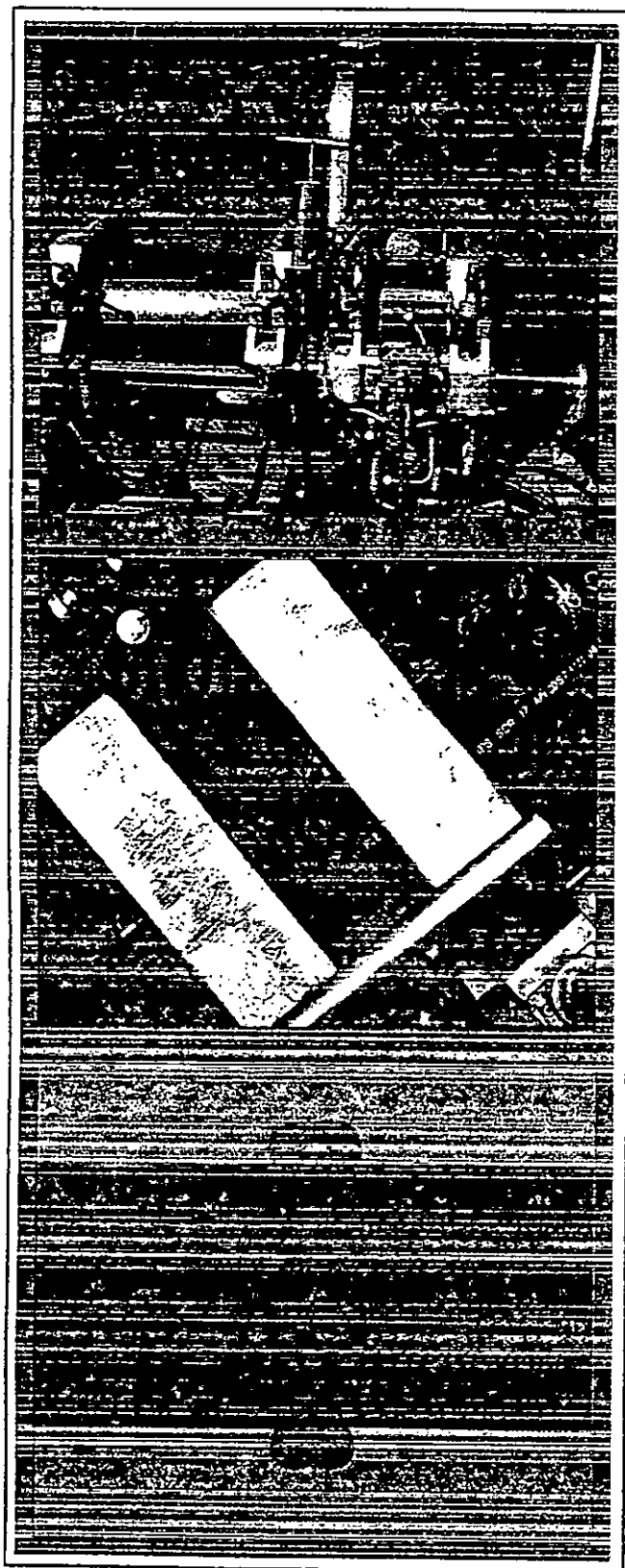
2. Deslice el presentador (facor) de forma que pueda colocarse entre los extremos de la tubería. Hágalo con cuidado para evitar que entre en contacto con la tubería. Corte el tubo hasta que los toques en cada lado del presentador estén contra el buje de la abrazadera adelante y atrás. Ocurrirá un incremento en la velocidad del motor del presentador al reducir la carga de corte. Separe los dos extremos de la tubería abriendo las mandíbulas, apague el motor y mueva la unidad de presentación a posición de almacenaje. No toque con las manos las superficies recién cortadas, ya que el sudor o los aceites del cuerpo contaminarán las áreas a unirse, debilitando la fusión.

**IMPORTANTE:** Los extremos se hallarán debidamente presentados cuando tanto la abrazadera fija como la móvil se hallen contra los toques a cada lado de la unidad de presentación. Esto asegurará que los extremos de la tubería estén pulidos y paralelos que casarán perfectamente al fusionarse.

3. Acerque las secciones de ambos tubos y, con los dedos, "sienta" si están alineados en la unión. Si es necesario, apriete la abrazadera interna apropiada hasta que ambas secciones estén tan alineadas, como sea posible.

**IMPORTANTE:** Después de presentar ambos extremos de tubería, si se requiere hacer cualquier ajuste en una u otra abrazadera interna, entonces la unidad de presentación deberá reinstalarse y los extremos de la tubería deberán girarse varias vueltas con el cortador hasta que el motor acelere, antes de continuar con el calentamiento y fusión.





4. Separe las dos secciones de tubería, deslice el calentador a la posición en que quedará entre los dos extremos de tubería. Tenga precaución al hacer esto último para evitar entrar en contacto con la tubería. Lleve la sección móvil de la tubería contra el calentador hasta que las caras de ambos extremos hagan contacto firme con el calentador.

**IMPORTANTE:** *Tan pronto como los extremos estén firmemente contra el calentador, mueva inmediatamente las válvulas de control a una posición neutral para retirar la presión de la tubería contra el calentador.*

Si la presión de la tubería contra el calentador se mantiene durante el periodo de calentamiento, el material fundido escurrirá de ambos extremos, causando un efecto de concavidad en los extremos de tubería calentados. Esto puede dar como resultado una unión débil después de fusionarse.

5. Durante el periodo de calentamiento, al derretirse los extremos de tubería en contacto con el calentador, el plástico fundido se expandirá y formará un cordón fundido alrededor del extremo de tubería. El extremo fundido variará en anchura desde 1/16" a 3/16", dependiendo del tamaño de la tubería. Para todos los tamaños hasta 3", el cordón de material fundido tendrá una anchura aproximada de 1/16". Para tamaños de 3" a 6", el cordón debe tener cerca de 1/8" y para tamaños mayores de 6" deberá ser de 3/16". El cordón fundido deberá tener la misma amplitud en ambos extremos de tubería y de medida uniforme a todo el alrededor.

6. Después de terminarse el fundido como se describe arriba, separe los extremos de tubería sólo lo suficiente para retirar el calentador. Observe rápidamente las partes a unirse para ver si las caras quedaron con una plantilla de fundido uniforme y suficiente. Luego junte rápidamente los extremos con la presión recomendada por PLEXCO. Una las partes antes de 3 segundos. Si el plástico fundido se pega al calentador, no una los dos extremos. Renuncie a hacer la junta, déjelo enfriar y empiece de nuevo desde el paso No. 1.

**IMPORTANTE:** *No use presiones en exceso del rango indicado. La presión excesiva exprimirá demasiado plástico fundido del área de fusión, dando como resultado una unión débil.*

La fuerza aplicada hará que el cordón de material fundido se enrolle hacia atrás sobre la tubería como se muestra. Poco material enrollado hacia atrás indicará una unión defectuosa.



# Plexco®

7. Mientras se mantiene la presión usada en hacer las juntas, permita que la junta se enfríe de 30 a 90 segundos por cada pulgada de diámetro de la tubería antes de retirar la máquina. Las tuberías de pared más gruesa (de más bajo SDR o "Standard Dimension Ratio") requerirán de más tiempo de enfriamiento. Si después de ser examinada la junta aparece defectuosa, córtela y empiece de nuevo con el paso No. 1.

8. Retire las secciones únicas de tubería de la máquina de fusión.

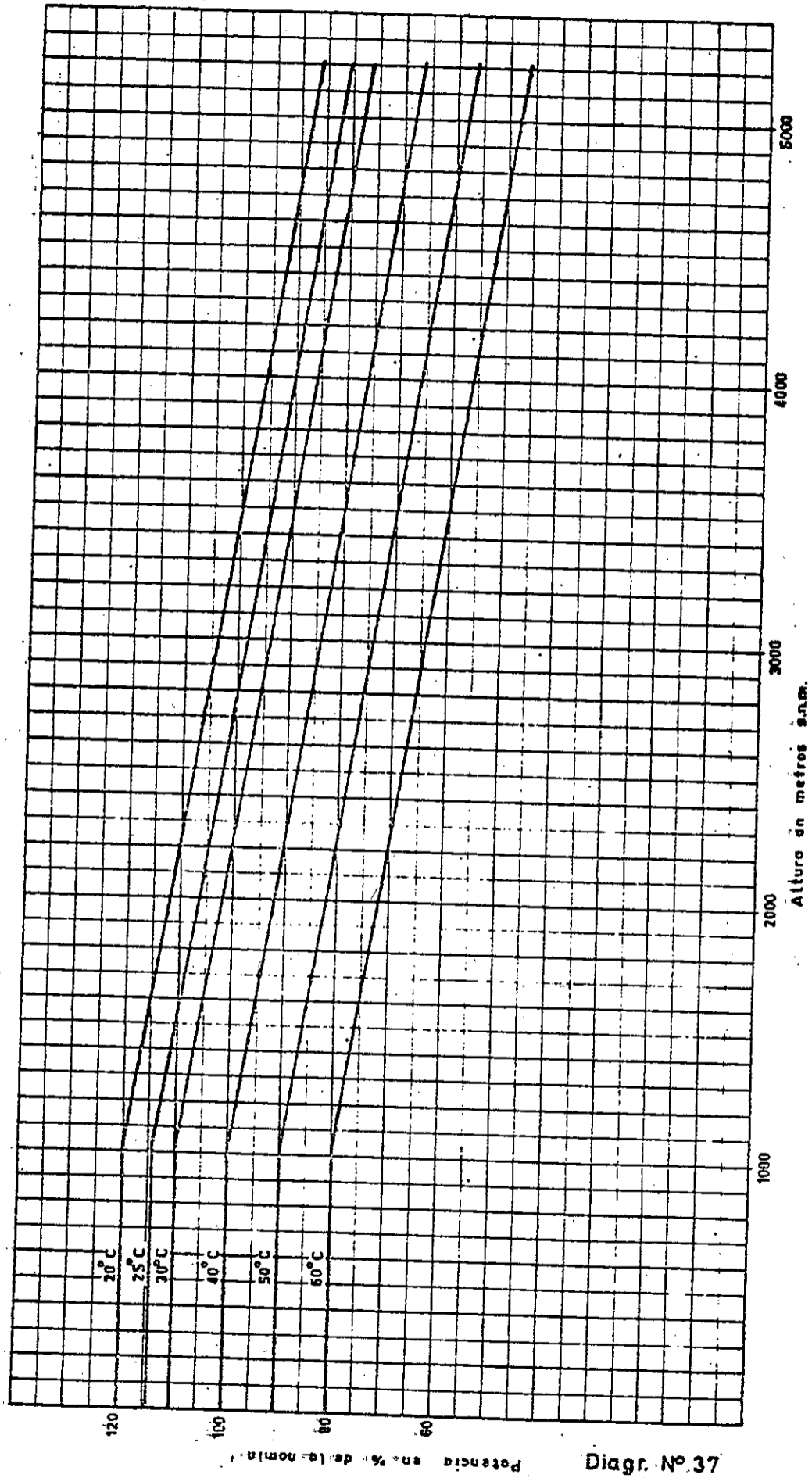
Permita que la junta se enfríe por lo menos 20 minutos después de retirarla, antes de sujetarla a pruebas o a esfuerzos de doblado o de relleno de zanja. Ponga ahora, la máquina de fusión, en posición tal que el extremo libre de la sección de tubería recién fusionada quede en la abrazadera estacionaria mientras que una nueva sección de tubería se coloca en la abrazadera móvil. Repita el procedimiento de fusión empezando con el paso No. 1.



**Anexo 8.- Tabla de corrección para alturas en motores eléctricos**

MOTORES ELECTRICOS

Variación de la potencia de motores con la altura sobre el nivel del mar y la temperatura ambiente máxima



120

100

80

60

Potencia en % de la nominal

Diagr. Nº 37

1000

2000

3000

4000

5000

Altura en metros s.n.m.

Anexo 9.- Tabla de presión de vapor de agua , disminución de la presión Atmosférica.

## 9. TABLAS

TABLA No. 1  
PRESION DE VAPOR DEL AGUA

Temperatura		Peso Específico Kg/dm <sup>3</sup>	Presión de Vapor P. V. P.	
C°	F°		M. Abs.	P.SI.Abs.
0	32	0,999E	0,062	0,088
5	41	1,000C	0,089	0,127
10	50	0,999E	0,125	0,1781
15	59	0,999C	0,174	0,247
20	68	0,9982	0,238	0,338
25	77	0,997C	0,323	0,459
30	86	0,995E	0,432	0,614
35	95	0,0039	0,573	0,815
40	104	0,9921	0,752	1,070
45	113	0,9900	0,977	1,389
50	122	0,9880	1,258	1,789
55	131	0,9857	1,605	2,283
60	140	0,9831	2,031	2,889
65	149	0,9804	2,550	3,627
70	158	0,9777	3,177	4,519
75	167	0,9748	3,931	5,591
80	176	0,9718	4,829	6,869
85	185	0,9687	5,894	8,383
90	194	0,9653	7,149	10,168
95	203	0,9619	8,619	12,259
100	212	0,9583	10,332	14,696

TABLA No. 2  
DISMINUCION DE LA PRESION ATMOSFERICA

Altura sobre el Mar		Pa	
M	FT	M	PSI
0	0	10,33	14,69
250	820	10,03	14,26
500	1640	9,73	13,83
750	2460	9,43	13,41
1000	3280	9,13	12,98
1250	4101	8,83	12,55
1500	4921	8,53	12,13
1750	5741	8,25	11,73
2000	6561	8,00	11,38
2250	7381	7,75	11,02
2500	8202	7,57	10,68
2750	9022	7,28	10,35
3000	9842	7,05	10,02
3250	10662	6,83	9,71
3500	11483	6,62	9,42
3750	12303	6,41	9,12
4000	13123	6,20	8,82
4250	13943	5,98	8,52
4500	14764	5,78	8,22

Ingeniería y Desarrollo S.C.R.L.

INDESA

Hidrosta

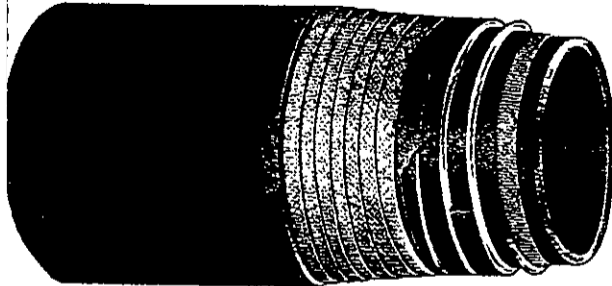
**Anexo 10.- Tabla de selección de mangueras de jebe - Amazon  
Hose**





# Amazon Hose & Rubber Company

## Sand Suction $\frac{3}{8}$ " Tube (9.5MM) Full Vacuum - Heavy Duty



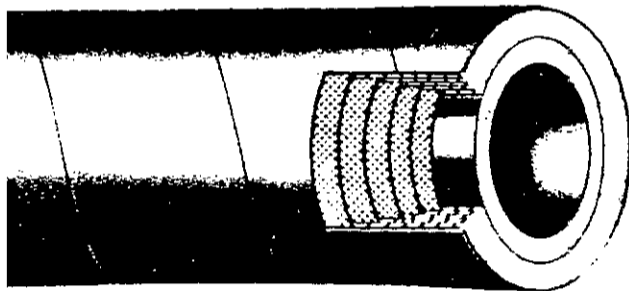
For severe abrasive service handling sand or gravel in dredging and sand pit applications. Tire Cord Carcass.

SIZE ID		APPROX OD		RATED WP-PSI	PLIES	APPROX WT/FT
INCHES	MM	INCHES	MM			
6	152	7 $\frac{1}{16}$	192	150	6	11.0
6 $\frac{1}{2}$	168	8 $\frac{1}{16}$	208	150	6	12.0
8	203	10 $\frac{1}{16}$	259	150	6	19.0
8 $\frac{1}{2}$	219	10 $\frac{3}{16}$	276	150	6	21.0
10	254	12 $\frac{1}{16}$	314	150	8	24.0
10 $\frac{1}{2}$	273	13 $\frac{1}{16}$	333	150	8	27.0
12	305	14 $\frac{1}{2}$	368	150	10	30.0
12 $\frac{1}{2}$	326	15 $\frac{1}{16}$	389	150	10	32.0
14	356	16 $\frac{1}{2}$	419	150	10	36.0
16	407	18 $\frac{1}{4}$	477	150	12	48.0
18	457	21	533	150	14	55.0

Lengths To 50 Ft

Other Tube Thicknesses or ID's Available On Request

## Sand Discharge $\frac{1}{4}$ " Tube (6.35MM) Heavy Duty



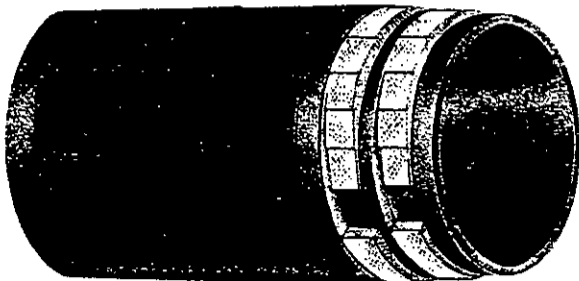
For dredging service as a flexible connector. Also available with capped ends. Tire Cord Carcass.

SIDE ID		APPROX OD		RATED WP-PSI	PLIES	APPROX WT/FT
INCHES	MM	INCHES	MM			
3	76.0	3 $\frac{3}{8}$	95.1	150	2	1.9
3 $\frac{1}{2}$	88.7	4 $\frac{1}{2}$	114.3	150	2	2.16
4	101.6	4 $\frac{1}{4}$	120.7	125	2	2.46
4 $\frac{1}{2}$	114.3	5 $\frac{1}{4}$	133.4	125	2	2.71
6	152.4	7 $\frac{1}{16}$	179	110	4	4.0
6 $\frac{1}{2}$	168.3	7 $\frac{1}{8}$	194	110	4	5.0
8	203.2	9 $\frac{1}{16}$	233	110	5	6.0
8 $\frac{1}{2}$	219.1	9 $\frac{3}{16}$	251	110	6	7.0
10	254.0	11 $\frac{1}{16}$	289	110	6	8.0
10 $\frac{1}{2}$	273.1	12	305	110	7	9.0
12	304.8	13 $\frac{1}{2}$	343	110	8	11.0
14	356	15 $\frac{1}{32}$	391	110	10	15.0
16	407	17 $\frac{1}{2}$	445	110	12	19.0
18	457	19 $\frac{1}{2}$	496	110	12	22.0

Lengths To 50 Ft

Other Tube Thicknesses or ID's Available On Request

## Dredge Sleeves $\frac{3}{8}$ " Tube (9.5MM) Heavy Duty - High Abrasion Resistance



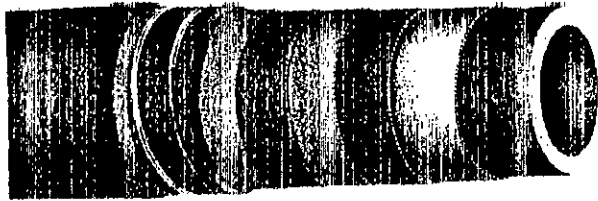
For dredging service as a flexible connector. Also available with capped ends. Tire Cord Carcass.

SIZE ID		APPROX OD		RATED WP-PSI	PLIES	APPROX WT/FT
INCHES	MM	INCHES	MM			
6 $\frac{1}{2}$	168.3	8 $\frac{1}{16}$	208	150	6	9.0
8 $\frac{1}{2}$	219.1	10 $\frac{1}{16}$	259	150	6	10.0
10 $\frac{1}{2}$	273.1	12 $\frac{1}{16}$	316	150	8	14.0
12 $\frac{1}{2}$	325.9	14 $\frac{1}{8}$	372	150	10	18.0
14	356	15 $\frac{1}{16}$	389	150	12	21.0
16	407	18	457	150	14	25.0
18	457	20	483	150	14	28.0

Lengths To 50 Ft

Other Tube Thicknesses or ID's Available On Request

# Convertapipe



**Service:** Actually a complete line for carrying abrasives such as these: Ore in water suspension; dry or water-suspended grains, chemicals, metal shavings, wood particles, fish, shell, and some sand and gravel. Also useful in coal-washing and in some mine-water service.

## Product Features

**Tube:** All Convertapipe has smooth Armorite tube. Armorite is an exclusive B.F. Goodrich rubber that is ten times more resistant to abrasion than steel. This accounts for much of the long service life of Convertapipe.

**Reinforcement:** All Convertapipe is built for full vacuum as well as discharge pressures specified (25 lb. to 250 lb.). A spiral, spring-steel wire is imbedded in a cushion of rubber in the carcass to prevent kinking, crushing, collapsing.

**Cover:** Tough black cover resists snagging and abrasion.

## User Benefits

- Convertapipe is custom-built in six constructions, with each order engineered for the job to be done.
- Tube of B.F. Goodrich Armorite assures longest life in the tough service for which Convertapipe is built.
- Hose takes sharp particles that wear holes right through steel.
- Lasts many years in service where heavy steel pipe fails in less than one year.
- All Convertapipe built for full vacuum.

Size (I.D.)	Plies	O.D.	Wt.	O.D.	Wt.	O.D.	Wt.	O.D.	Wt.	O.D.	Wt.	Length of blank straight end	I.D. & lgth. of enlarged end
		1/4" Tube	1/4" Tube	3/8" Tube	3/8" Tube	1/2" Tube	1/2" Tube	3/4" Tube	3/4" Tube				
<b>Extra Heavy Duty Convertapipe (250-lb. working pressure)</b>													
1 1/2	5	2 1/4	1.41	2 3/8	1.60	2 1/2	1.77	2 3/4	2.13	3	2.52	2 1/2	1 7/8 x 4 1/2
2	6	2 15/16	2.14	3 1/16	2.49	3 3/16	2.84	3 1/2	3.58	3 11/16	4.36	2 1/2	2 3/8 x 4 1/2
2 1/8	6	3 5/16	2.54	3 7/16	2.81	3 9/16	3.07	3 13/16	3.60	4 1/16	4.16	2 1/2	2 3/8 x 5
2 1/2	6	3 3/8	2.05	3 9/16	2.03	3 11/16	2.21	3 13/16	2.77	4 3/16	4.36	3	2 7/8 x 5
2 7/8	6	4 1/16	3.62	4 1/16	3.85	4 3/16	4.16	4 7/16	4.80	4 11/16	5.47	3	3 1/2 x 5
3	6	4 1/8	3.66	4 3/16	3.99	4 5/16	4.32	4 9/16	4.98	4 13/16	5.64	3	3 1/2 x 5
3 1/2	6	4 7/16	4.16	4 11/16	4.55	4 13/16	4.92	5 1/16	5.68	5 5/16	6.47	3	3 1/2 x 5
4	6	5 1/8	5.06	5 1/4	5.51	5 3/8	5.91	5 5/8	6.76	5 7/8	7.65	3	3 1/2 x 5
4 1/2	6	5 5/8	5.58	5 3/4	6.08	5 7/8	6.53	6 1/8	7.48	6 3/8	8.47	3	3 1/2 x 5
5	7	6 1/4	6.81	6 3/8	7.34	6 1/2	7.85	6 5/8	8.89	7	9.95	3	3 1/2 x 5
5 1/8	7	6 1/2	7.47	7	8.06	7 1/8	8.63	7 3/8	9.79	7 5/8	10.98	3	3 1/2 x 5
6	9	7 1/2	10.74	7 5/8	11.37	7 3/4	11.98	8	13.22	8 1/4	14.49	3	3 1/2 x 5
6 1/8	9	8 1/8	11.70	8 1/4	12.38	8 3/8	13.05	8 5/8	14.40	8 3/4	15.79	3	3 1/2 x 5
8	12	10	20.17	10 1/2	20.97	10 1/4	21.77	10 1/2	23.37	10 3/4	24.99	3	3 1/2 x 5
8 5/8	12	10 5/8	22.21	10 3/4	22.08	10 13/16	22.95	11 1/8	24.69	11 3/8	26.47	3	3 1/2 x 5
10	13	12 1/4	25.20	12 3/8	26.18	12 1/2	27.17	12 3/4	29.17	13	31.21	3	3 1/2 x 5
10 3/4	13	13	26.93	13 1/8	28.11	13 1/4	29.08	13 1/2	31.23	13 3/4	33.42	3	3 1/2 x 5
12	14	14 5/8	30.47	14 1/2	31.72	14 3/8	32.07	14 1/2	35.27	15 1/8	37.72	3	3 1/2 x 5
12 3/4	15	15 1/8	33.12	15 1/4	34.49	15 3/8	35.65	15 5/8	38.18	15 7/8	40.77	3	3 1/2 x 5
14	16	16 1/2	36.92	16 3/8	38.41	16 5/8	39.71	17	42.50	17 1/4	45.35	3	3 1/2 x 5

## Heavy Duty Convertapipe (150-lb. working pressure)

1 1/2	4	2 1/4	1.69	2 3/8	1.67	2 1/2	1.95	2 3/4	2.31	3	2.69	2 1/2	1 7/8 x 4 1/2
2	5	2 7/8	2.15	3	2.38	3 1/8	2.61	3 3/8	3.07	3 5/8	3.31	2 1/2	2 3/8 x 4 1/2
2 1/8	5	3 1/4	2.45	3 3/8	2.72	3 1/2	2.99	3 5/8	3.53	4	4.10	2 1/2	2 3/8 x 5
2 1/2	5	3 3/8	2.55	3 1/2	2.83	3 5/8	3.11	3 7/8	3.67	4 1/8	4.25	3	2 7/8 x 5
2 7/8	6	3 7/8	3.85	3 7/8	3.15	4	3.46	4 1/8	4.10	4 1/8	4.77	3	3 1/2 x 5
3	5	3 7/8	2.92	4	3.25	4 1/8	3.58	4 3/8	4.24	4 5/8	4.93	3	3 1/2 x 5
3 1/2	5	4 1/8	3.33	4 1/8	3.71	4 3/8	4.09	4 5/8	4.85	5 1/8	5.61	3 1/2	4 x 5
4	5	4 1/8	4.80	5 1/8	5.22	5 3/8	5.64	5 5/8	6.49	5 7/8	7.35	4	4 1/2 x 6
4 1/2	5	5 1/8	5.61	5 1/8	6.09	5 3/8	6.56	5 5/8	7.51	6 3/8	8.49	4	5 x 6
5	5	5 1/8	5.67	6 1/8	6.19	6 3/8	6.71	6 5/8	7.75	6 7/8	8.83	5 3/8	5 9/16 x 7
5 1/8	5	6 1/2	6.26	6 5/8	6.84	6 3/4	7.42	7	8.58	7 1/4	9.76	5 3/8	5 9/16 x 7
6	6	7 1/4	8.41	7 3/4	9.03	7 1/2	9.64	7 3/4	10.87	8	12.11	6 1/2	6 3/8 x 8
6 1/8	6	7 1/4	9.31	8	9.99	8 1/8	10.67	8 3/8	12.03	8 5/8	13.42	6 1/2	6 3/8 x 8
8	7	9 9/16	13.20	9 11/16	14.01	9 13/16	14.82	10 1/16	16.44	10 5/16	18.09	6 1/2	8 3/8 x 8
8 5/8	7	10 3/16	14.15	10 5/16	15.02	10 7/16	15.90	10 9/16	17.65	10 11/16	19.46	6 1/2	8 3/8 x 8
10	8	11 1/16	18.04	11 3/16	19.05	11 5/16	20.04	12 3/16	22.06	12 7/16	24.11	11	10 3/4 x 13
10 3/4	9	12 1/2	19.95	12 3/2	21.03	12 5/4	22.10	13	24.25	13 1/4	26.43	11	12 3/4 x 13
12	10	14	26.46	14 1/8	27.67	14 1/4	28.86	14 1/2	31.25	14 3/4	33.68	11	12 3/4 x 13
12 3/4	11	14 1/2	28.86	14 5/8	30.13	15 1/8	30.39	15 3/8	32.92	15 5/8	35.50	11	12 3/4 x 13
14	12	16 1/8	33.41	16 1/4	34.80	16 3/8	36.20	16 5/8	38.99	16 7/8	41.83	11	12 3/4 x 13

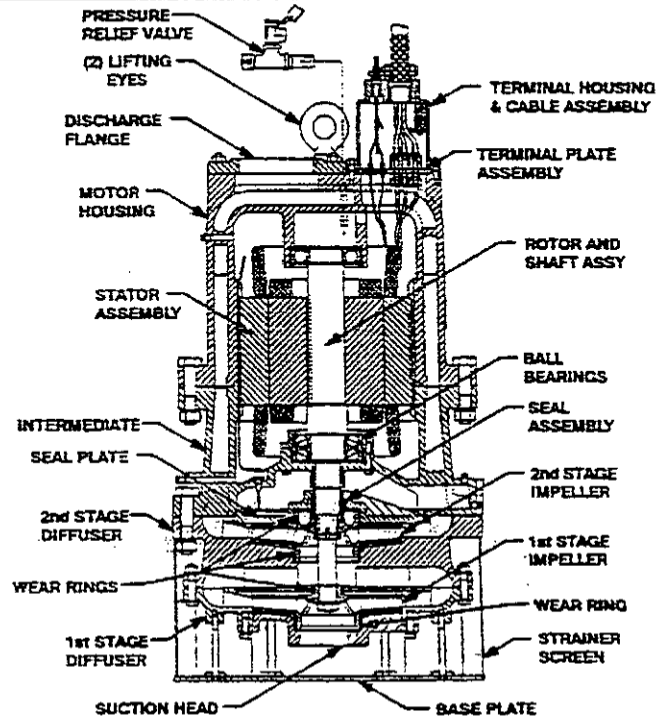
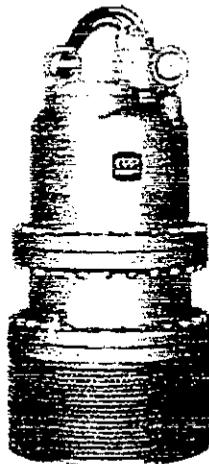
**Anexo 11.- Especificaciones Tecnicas y curva caracteristica de la bomba Sumergible Gorman Rupp.**

A C

# Submersible Pump

Electric Motor Driven  
Model S8D1-E275

Size 8"



PART	MATERIAL
Motor Housing	Aluminum
Intermediate	Aluminum
1st Stage Impeller	Ductile Iron
2nd Stage Impeller	Ductile Iron
Suction Head	Gray Iron
Wear Rings	Bronze
Seal Plate	Gray Iron
1st Stage Diffuser	Ductile Iron
2nd Stage Diffuser	Ductile Iron
Impeller Shaft	Stainless Steel
Hardware-Internal wetted	Stainless Steel
Hardware-External	Standard Plated Steel
Strainer 40% Open Area	Steel .63" [16.0 mm] Dia. Openings
Ball Bearings	1 Single, 1 Double Row
Lifting Eyes (2)	Standard
Control Box	Standard
Liquid Level Control	Standard
Liquid Level Switches	Optional

**WARNING**  
DO NOT USE IN EXPLOSIVE  
ATMOSPHERE OR FOR PUMPING  
VOLATILE FLAMMABLE LIQUIDS

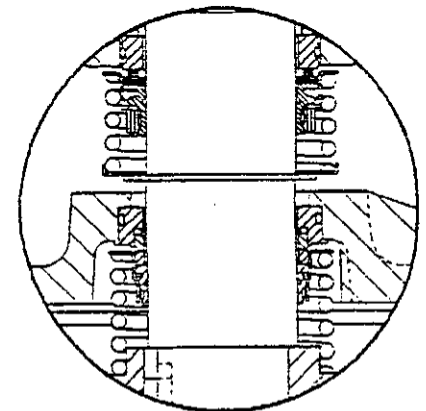
Seal - Two. Operate in Oil.  
Upper - Carbon and Ni-Resist  
Wearing Faces.  
Lower - Silicon Carbide Wearing Faces.

Motor: 275 H.P., 60 Hertz., 1750 R.P.M. Oil Filled Submersible Enclosure Three Phase, 460 or 575 Volts, 320/256 Full Load Amps., 225 Max. KW.  
CONTROL CABLE: SO Type 14 AWG., 4 Wire (2 Wire Thermal Protection, 2 Wire Moisture Sensor).  
\*50 Feet (15.24 Meters) Provided Standard  
POWER CABLE: Two Cables, GGC Type, 2/0 AWG., 6 Wire, (3 Wire Conductor, 2 Wire Ground and 1 Wire Ground Check).  
\*50 Feet (15.2 Meters) Provided Standard.

CONTROL BOX: Rainproof, NEMA Type 3R Enclosure, Part Winding Combination Starter, Circuit Breaker Protection, Fast Trip NEMA Class 10 Overloads, 24 Volt Circuit Includes "HAND-OFF-AUTOMATIC" Selector Switch, Moisture Detector with Seal Failure Warning Light, Motor Thermal Protection with Shutdown Light and Provisions for Float Type Liquid Level Switch or Pressure Type Switches.

Max. Temp. of Liquid pumped, 122°F (50°C).  
Recommended Generator Size for Part Winding Starter: 300 KW.

\*For Different Lengths, Specify at Time of Order.



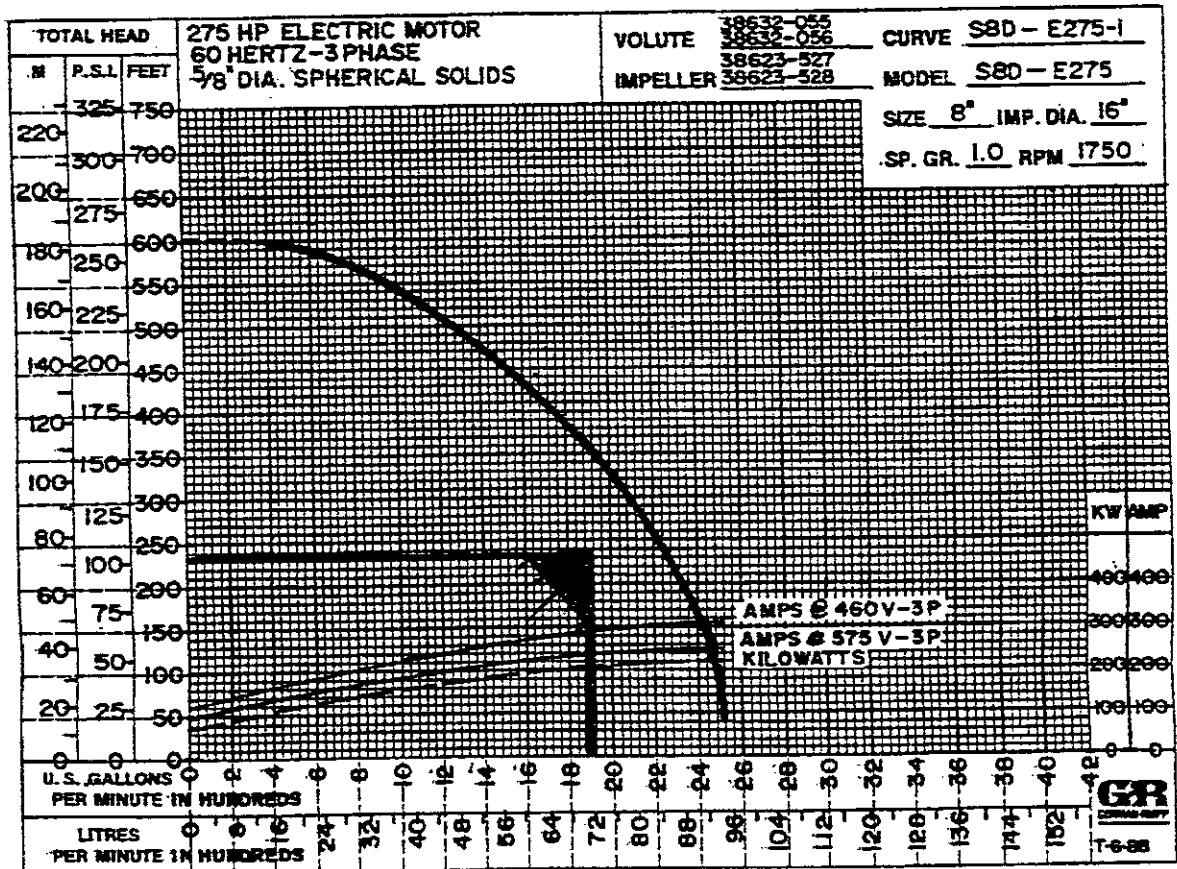
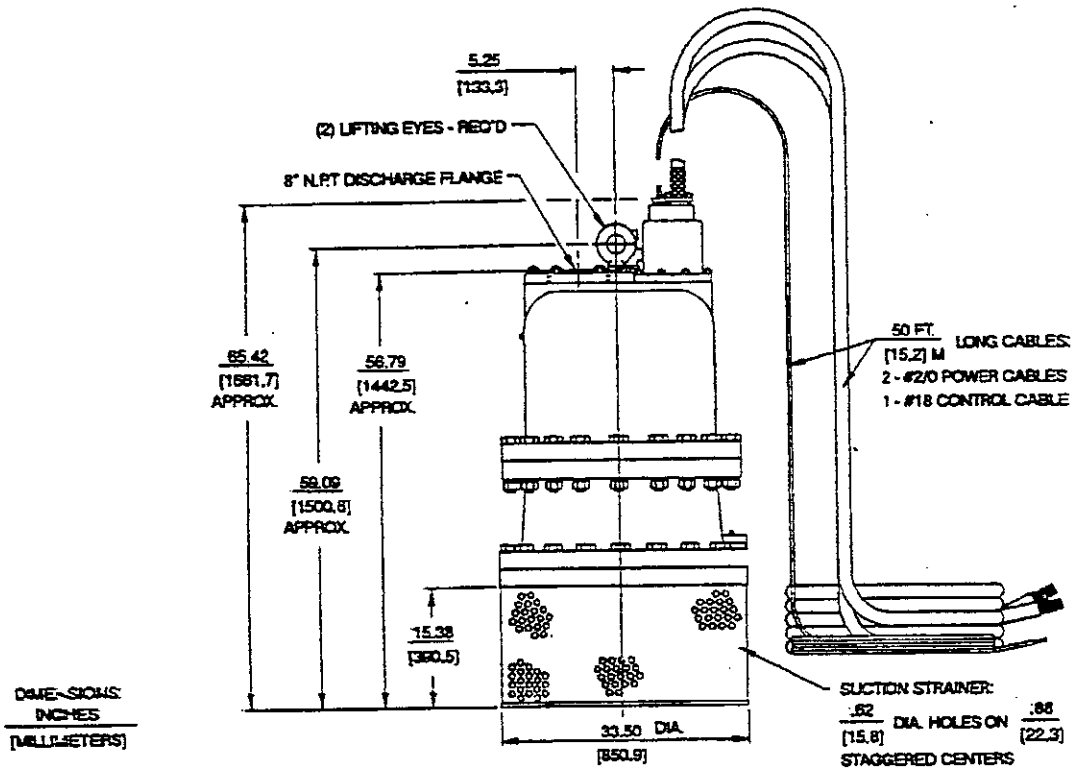
THE GORMAN-RUPP COMPANY • MANSFIELD, OHIO

GORMAN-RUPP OF CANADA LIMITED • ST. THOMAS, ONTARIO, CANADA

Printed in U.S.A.

© Copyright by the Gorman-Rupp Company 1992

<b>Specification Data</b>	OVERALL DIMENSIONS and WEIGHTS APPROXIMATE	PUMP NET WEIGHT:	3462 LBS.	[1570 KG.]
		PUMP & CABLE NET WEIGHT:	3762 LBS.	[1706 KG.]
SECTION 130, PAGE 2040		CONTROL BOX NET WEIGHT:	256 LBS.	[116 KG.]
		GROSS SHIPPING WEIGHT:	4068 LBS.	[1845 KG.]
		EXPORT CRATE:	84 CU. FT.	[2.4 CU. M.]



THE GORMAN-RUPP COMPANY • MANSFIELD, OHIO

GORMAN-RUPP OF CANADA LIMITED • ST. THOMAS, ONTARIO, CANADA

Printed in U.S.A.

© Copyright by the Gorman-Rupp Company 1992

**Anexo 12.- Especificaciones Tecnicas y curva característica de  
la bomba multietapica Vogel**



## VOGEL Multistage Pumps

Pump sizes 84, 104, 124, 154, 204, 254 and 304

Multistage centrifugal pumps, radially bladed, for water supply in buildings, industries, public installations and agricultural irrigation systems

Performance range: Capacities up to 2200 m<sup>3</sup>/h,  
Head up to 300 mts.

Size: 80 to 300 mm outlet

Max. Pressure: 35 bar (45 bar) at discharge branch

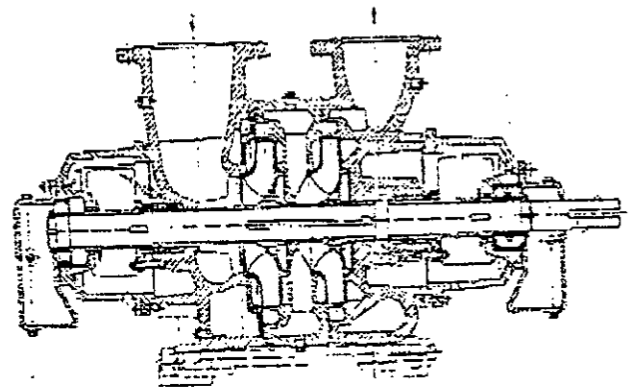
*At a suction pressure higher than 10 bar requestion is necessary for design PVA.*

Temperature: Up to 120°C without cooling, (up to 140°C with special packing possible).

Shaft sealing: Stuffing box, with soft packing (standard, internally or externally sealed, flushed), mechanical seal (single or double).

Handled Liquids: Clear or contaminated liquids such as cold or hot water, condensate, oil, acids and their solutions, lyes, brine, etc.

Application: Water supply, irrigation, boiler feeding, booster plants, fire fighting installations, dewatering of mines etc.



### Material specification:

design	impeller	suction- and discharge casing	stage casings with integrated guide vanes	shaft	shaft sleeves	max. casing pressure
N	cast iron	cast iron	cast iron	st. st. 1.4021	st. st. 1.4021	35 bar
SN	bronze	cast iron	cast iron	st. st. 1.4021	st. st. 1.4021	35 bar
ZN	bronze	cast iron	cast iron	st. st. 1.4462	st. st. 1.4462	35 bar
SS	bronze	bronze	bronze	st. st. 1.4462	st. st. 1.4462	35 bar
NL	cast iron	spheroidal c.i.	spheroidal c.i.	st. st. 1.4021	st. st. 1.4021	40 bar
NF	cast iron	cast steel	cast steel	st. st. 1.4021	st. st. 1.4021	45 bar
VN	st.st. V.4450	cast iron	cast iron	st. st. 1.4021	st. st. 1.4021	35 bar
VV	st.st. V.4450	st.st. V.4460	st.st. V.4460	st. st. 1.4462	st. st. 1.4462	45 bar

Other materials or versions upon request

### Mechanical design:

Type P: Horizontal shaft with roller bearings at both ends, drive-end at discharge side (standard), rotation clockwise, with suction branch left and discharge branch

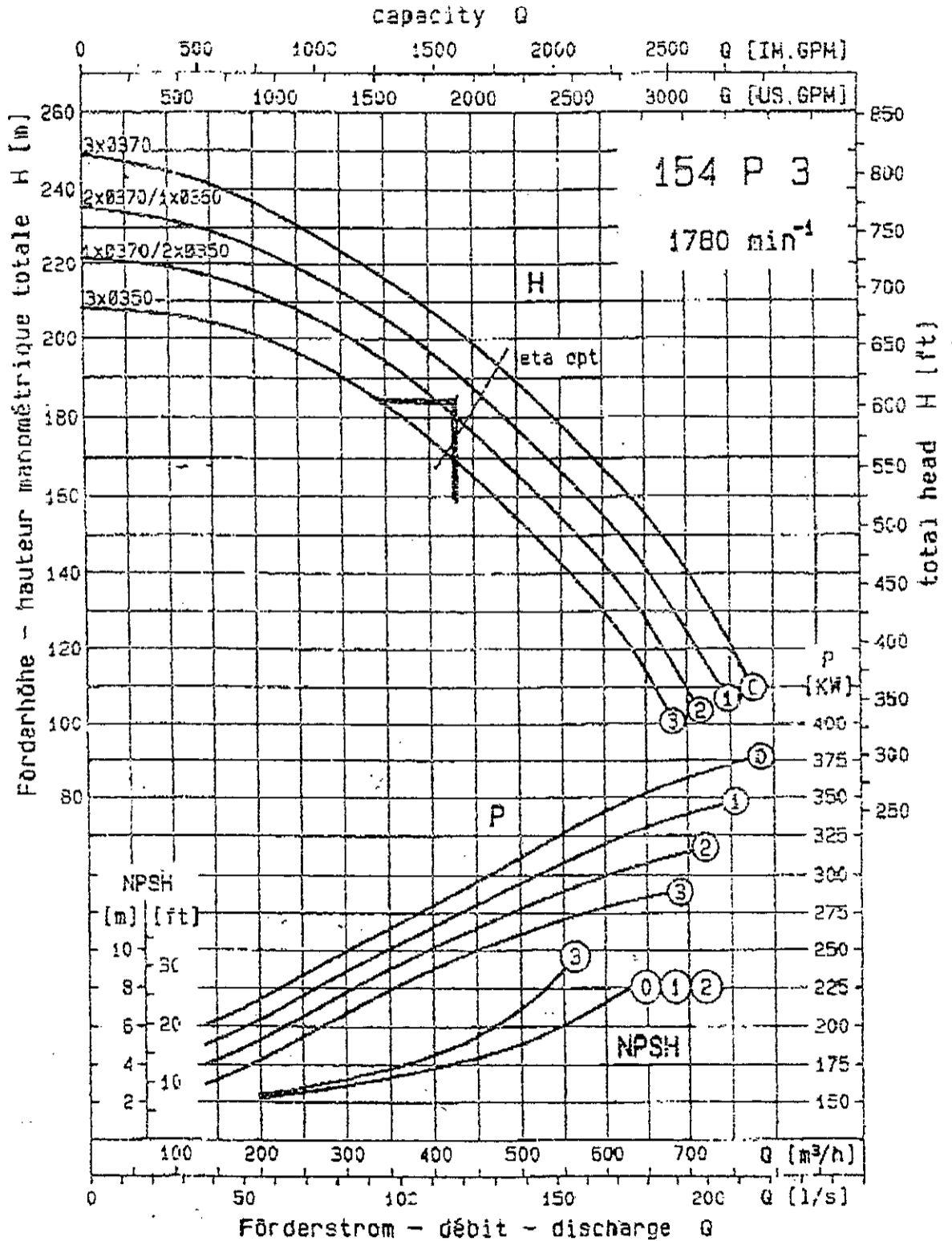
radially upwards, oil lubrication. Upon request also with suction branch right or radially upwards; drive-end at suction side, (rotation anti-clockwise).

Liability of manufacturer and/or supplier

The mentioned limits of operation and/or application are only a general information and may not be applied for every case. The permitted range of operation and/or application for the specific case is to be obtained from our acknowledgement of order and/or the instructions for installation, operation and maintenance, sent with the goods.



VOGEL-HOCHDRUCKPUMPEN  
 VOGEL-POMPES MULTICELLULAIRES  
 VOGEL-MULTSTAGE PUMPS



Technische Änderungen vorbehalten !  
 Modifications techniques, sans préavis, réservées !  
 This leaflet is subject to alteration without notice !





**Anexo 13.- Especificaciones Técnicas de las válvulas de  
desahogo Gestra**

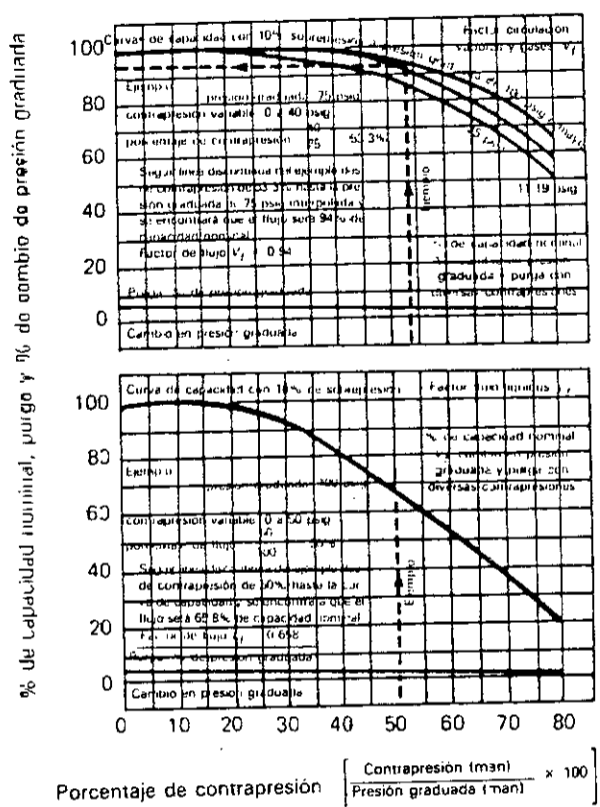


Fig. 10 Características de rendimiento de válvulas de fuelle de presión equilibrada

- Tuberías de presión y de descarga de bombas 25%
- Tanques de almacenamiento a presión atmosférica 0%

Purga es la diferencia entre la presión graduada y la de nuevo asentamiento automático de una válvula de desahogo, expresada como porcentaje de la presión graduada y suele ser de 4% menos que la presión graduada.

**Reglas y razonamientos**

Los sistemas de desahogo, además de cumplir con los códigos respectivos, deben seguir los principios surgidos por sentido común y experiencia. Con frecuencia, una válvula de desahogo debe proteger equipo sometido a sobrepresiones por una serie de causas sin relación entre sí; por ejemplo, una columna de fraccionamiento podría estar sometida a sobrepresión por un incendio externo, descarga obstruida, falta de reflujo; falla de la electricidad, del agua de enfriamiento o de los instrumentos. El tamaño de la válvula de desahogo se debe determinar para cada una de esas condiciones y su tamaño debe ser bastante para manejar la máxima capacidad.

Para determinar las cargas de desahogo no se deben suponer dos riesgos; por ejemplo, no se supone que los eventos separados y sin relación entre sí puedan ocurrir en forma simultánea, como una falla de la corriente y una descarga bloqueada.

No hay que omitir el equipo para emergencia que normalmente no funciona ni los mecanismos de paro y cierre.

Cabe suponer que una válvula de control que está abierta al ocurrir una alteración seguirá funcionando salvo que la causa de la alteración haya ocasionado la falla de la válvula.

Siempre que pueda estar presente un combustible, es necesario proteger un recipiente de presión con una válvula de desahogo de seguridad lo bastante grande para manejar los vapores generados por un incendio externo. Se puede también aislarlo si el recipiente es resistente al fuego y está instalado de modo que no lo puedan dañar el fuego o los aparatos para apagar el fuego.

**Ecuaciones para determinar el tamaño de las válvulas**

Aunque en los cálculos para el diseño se deben utilizar los códigos aplicables, las siguientes ecuaciones adaptadas de API RP 520 se pueden emplear para determinar el tamaño de las válvulas. Las ecuaciones utilizadas por los fabricantes pueden tener ligeras variaciones, pero son aceptables; las reglas de cálculo especiales que regalan algunos fabricantes tienen suficiente exactitud para la mayor parte de los problemas de determinación del tamaño.

*Servicio con líquidos*

$$A = \frac{gpm \sqrt{G}}{27.2 K_p K_c K_v \sqrt{p - p_b}}$$

en donde:

- A = superficie efectiva de descarga de la boquilla, in<sup>2</sup>
- gpm = volumen de flujo, gal/min
- K<sub>p</sub> = factor de corrección de capacidad debido a sobrepresión, = 1.00 para 25% de sobrepresión, sin dimensiones
- K<sub>c</sub> = factor de corrección debido a la viscosidad = 1.0, sobrepresión en válvulas de fuelle = 1.0 para válvulas convencionales, sin dimensiones
- K<sub>v</sub> = factor de corrección debido a la viscosidad = 1.0 en donde el número de Reynolds de la boquilla es mayor de 50 000 o la viscosidad a la temperatura de desahogo es menor de 200 SSU, sin dimensiones
- p = presión graduada de válvula de desahogo, psig
- p<sub>b</sub> = contrapresión, psig
- G = densidad relativa del líquido a la temperatura de flujo, sin dimensiones

*Servicio con vapores: (gases)*

$$A = \frac{W \sqrt{TZ}}{CKP_1 k_t \sqrt{M}}$$

en donde:

- A = superficie efectiva de descarga (superficie de boquilla en válvulas con boquilla completa) in<sup>2</sup>
- W = flujo por la válvula, lb/h

# Sensibilidad de las válvulas de desahogo según la longitud de las tuberías de entrada y salida

*Las pérdidas de presión en la tubería de entrada y salida de una válvula de desahogo pueden hacer que el sistema no cumpla con los códigos. Algunos tipos son más sensibles que otros a los cambios en las longitudes de la tubería. Se incluyen dos gráficas para determinar el cumplimiento con los códigos en una instalación.*

Bruce A. Van Boskirk, National Chemical Corp.

Al diseñar nuevas instalaciones de válvulas de desahogo y examinar las existentes, el ingeniero debe tener en cuenta la pérdida de presión en las tuberías de entrada y salida, porque una pérdida excesiva puede dar por resultado falta de protección e incumplimiento de los códigos. Aunque, por ejemplo, el Código API RP 520 Parte II, del American Petroleum Institute y las publicaciones de los fabricantes especifican la caída máxima de presión permisible y las fórmulas para calcularla, no indican la sensibilidad de una válvula de desahogo determinada por las variaciones en la longitud de la tubería de entrada o salida.

(Para información de antecedentes de válvulas de desahogo de presión y para determinar su tamaño, véanse las referencias 1 y 2.)

Este artículo incluye dos gráficas (Figs. 2 y 3) que se pueden utilizar para la determinación rápida de si la instalación de una válvula de desahogo está o no de acuerdo con los códigos o si es un caso incierto que requiere cálculos más detallados.

Un ingeniero que participa en el diseño preliminar de una planta podría utilizar las gráficas para determinar qué válvulas de desahogo serían insensibles a un cambio en la tubería que podría ocurrir durante la construcción y cuáles son las válvulas con "bandera roja" que dejarían de cumplir con una pequeña alteración en la tubería. Si se incluyeran notas en los planos, se podrían advertir cualesquiera cambios aunque ya no se cuenta con el diseñador original. Un ingeniero de planta a quien se encargue examinar una instalación existente podría usar las gráficas para determinar con rapidez los tamaños de

Designación del tamaño de orificios estándar

Orificio orificio, in <sup>2</sup>	Superficie									
	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6
D										
E										
F										
G										
H										
I										
J										
K										
L										
M										
N										
O										
P										
Q										
R										
T										

Tamaño del cuerpo de válvula (diámetro entrada x diámetro de salida), in

Fig. 1 Combinaciones generalmente disponibles de cuerpo y orificios para válvulas de desahogo



## Válvulas de seguridad GSV...901, GSV...902



Edición: 11/92

Válvulas de seguridad  
PN 16-40  
DN 20-100

**D** 3

GSV

### Aplicación

Para la descarga de vapor de agua, gases y vapores neutros, así como líquidos.

### Ejecución

Válvula de seguridad de resorte y acción directa, con asiento, obturador y husillo de acero inoxidable, según VdTÜV Instrucción 100, AD Instrucción A2 y TRD 421.

### Número de homologación

TÜV · SV · 87-663 · D, G

Válvula de apertura total GSV 901/902

(Válvula normal 0,2-0,5 bar)

Para sobrepresiones de descarga, véase «Capacidades de descarga»

TÜV · SV · 90-729 · F

Válvula normal GSV 901

DN 20-100

Para sobrepresiones de descarga, véase «Capacidad de descarga»

Tipo	Entrada/Salida
GSV 12.901/902	DN 20/32 hasta DN 100/150 GG-25 PN 15/16 -10 °C hasta +300 °C
GSV 25.901/902	DN 20/32 hasta DN 100/150 GG-40,3 PN 4/16 -10 °C hasta +350 °C
GSV 35.901/902	DN 20/32 hasta DN 100/150 GS-C25 N PN 4/16 -10 °C hasta +400 °C

### Dimensionado

Para vapor de agua a re y agua, véanse las tablas de capacidad de descarga, calculadas según DIN 3220, parte 1 TRD 421 y AD-A2. Datos necesarios para el dimensionado:

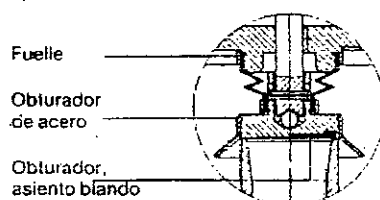
**Medio gaseoso:** Caudal (kg/h), masa molar (kg/mol), temperatura (°C), sobrepresión de descarga (bar), contrapresión (bar).

**Medio líquido:** cauda (kg/h), densidad (kg/m<sup>3</sup>), viscosidad, temperatura (°C), sobrepresión de descarga (bar), contrapresión (bar)

### Ejecuciones especiales, GSV...901/...902

El fuelle de elastómero para protección de la guía del husillo y de la cámara del resorte (no es adecuado para compensar la contrapresión) es ventajoso con obturadores de elastómero con guía metálica y asiento blando.

EPDM -10 °C hasta +130 °C E } (Abreviatura)  
Vitón -25 °C hasta +180 °C V }  
Neopreno -45 °C hasta + 80 °C N }



### Otras ejecuciones

Fuelle de elastómero/obturador de acero

Fuelle de elastómero/obturador con asiento blando

Sin fuelle/obturador con asiento blando

Cuerpo con orificio de desagüe

Tuerca de ajuste exagonal

Casquillo de bloqueo

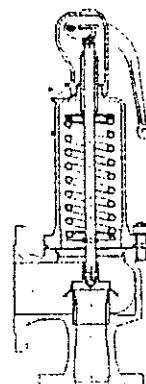
Tornillo de bloqueo

Limitador de carrera

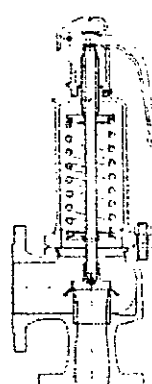
Resorte resistente al calor

Soportes taladrados

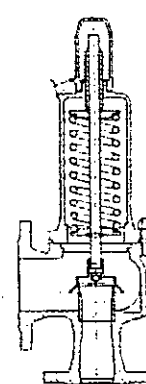
Interruptor de proximidad



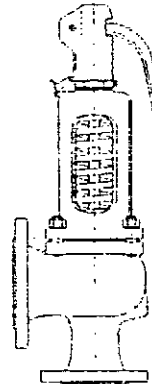
GSV...901  
bonete cerrado



GSV 901 oA  
bonete abierto

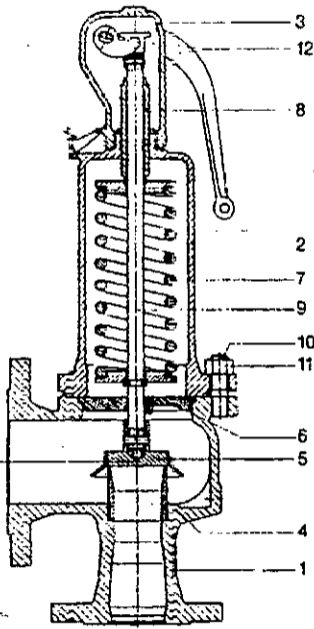


GSV...901 G  
bonete estanco a gases



GSV...902  
bonete abierto

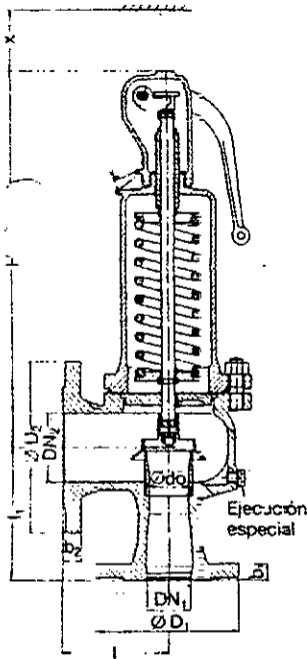
3SV...901/...902



Pieza	Denominación	Materiales de los tipos GSV 901/902		
		PN 15/16		PN 40/16
1	Cuerpo	GG-25 0.6025	GGG-40.3 0.7043	GS-C25 N 1.0613.01
2	Bonete	GG-25 0.6025	GGG-40.3 0.7043	
3	Capuchón	GG-25 0.6025	GGG-40.3 0.7043	
4	Asiento	X6CrNiMoTi 17 122 1.4571 <sup>2)</sup>		
5	Obturador templado	X35CrMo 17		1.4122.05
6	Tapa guía	X20Cr13		1.4021.05
7	Resortas	Alambre de calidad C, 50 CrV4, 54SiCr6		
8	Tuerca de ajuste	X20Cr13		1.4021.05
9	Husillo	X20Cr13		1.4021.05
10	Tomillo de ajuste	5.6	Ck.35 1.1181	
11	Tuerca exagonal	5	C35 <sup>1)</sup> 1.0501	
12	Palanca de apertura	GGG-40.3 0.7043		
Temperatura de servicio °C		-10 hasta +300	-10 hasta +350	-10 hasta +400

<sup>1)</sup> a partir de DN 65, de GGG 40.3

<sup>2)</sup> según TRD 421-9.90



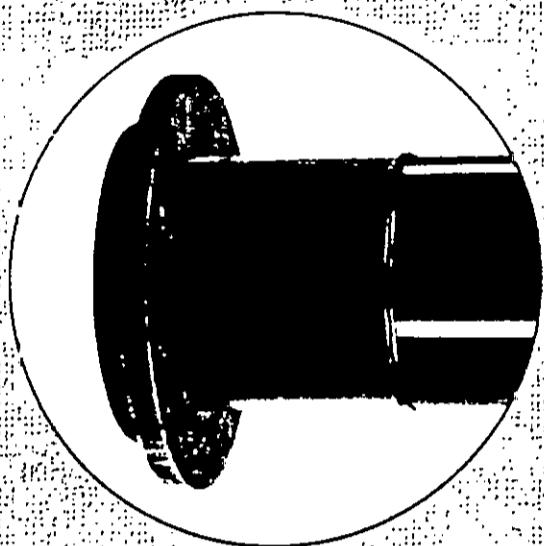
**Dimensiones y pesos**

DN <sub>1</sub> x DN <sub>2</sub>	20x32	25x40	32x50	40x65	50x80	55x100	80x125	100x150	
d <sub>0</sub>	13	22,5	29	36	45	58,5	72	90	
PN 16 DIN2533 PN 40 DIN28607/ PN 40 DIN2545 D <sub>1</sub>	105	115	140	150	165	185	200	220 <sup>1)</sup>	
PN 16 DIN2533 PN 16 DIN28605 PN 16 DIN2543 D <sub>2</sub>	140	150	165	135	200	220	250	285	
b <sub>1</sub>	GG-25	16	16	18	18	20	20	24	
	GGG 40.3	18	18	18	19	20	22	24	
	GS-C25N	20	20	20	21	22	24	28	
b <sub>2</sub>	GG-25	18	18	20	20	22	24	26	
	GGG 40.3	19	19	20	20	20	20	22	
	GS-C25N	19	19	20	20	20	20	22	
l	85	100	110	115	120	140	160	180	
l <sub>1</sub>	95	105	115	140	150	170	195	220	
H	270	280	330	390	435	545	610	390	
X	150	150	200	250	300	350	400	500	
Desagüe <sup>2)</sup>	G 1/4					G 3/8			
Peso	8,5	10	14	20	28	40	53	80	

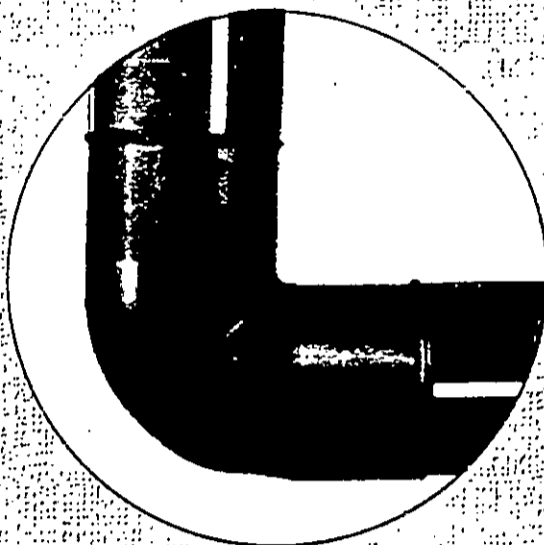
<sup>1)</sup> PN 40, Ø 235

<sup>2)</sup> Sobreprecio

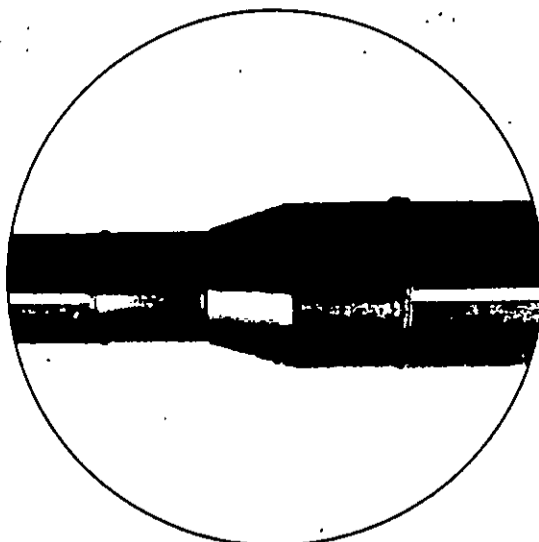
Anexo 14.- Accesorios de HDPE.



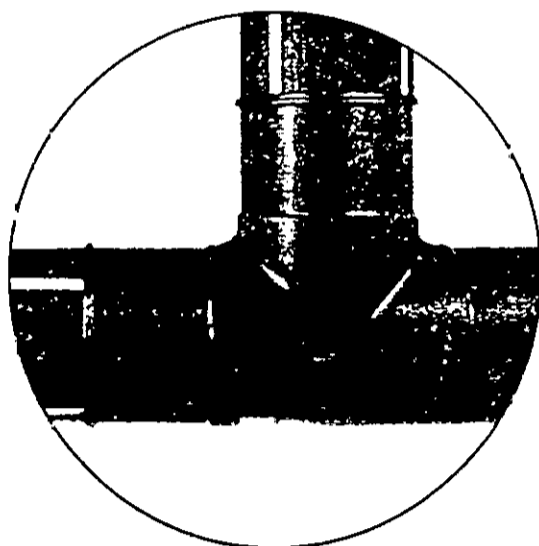
**Adaptador de Brida**



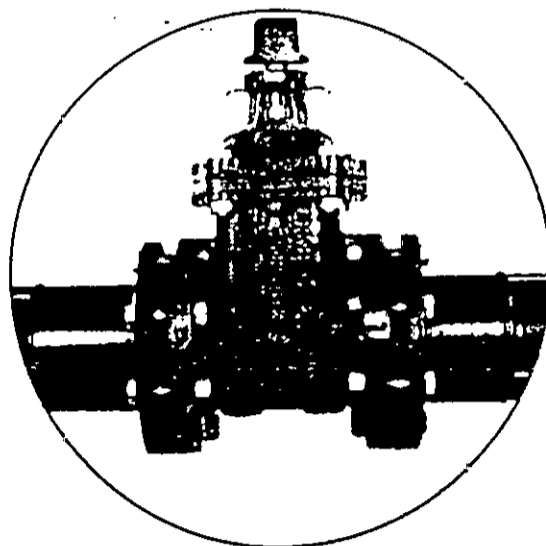
**Codo de 90°**



**Reducción Concéntrica**



**Tee Moldeada**



**Ensamble de Válvula  
entre Adaptadores de Brida**



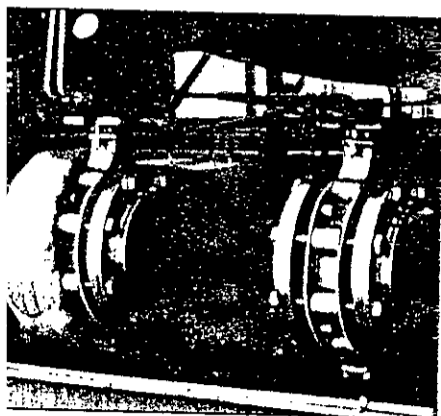
**Anexo 15.- Válvula de mariposa Keystone**



# KEYSTONE V A L V E

## Features and Benefits

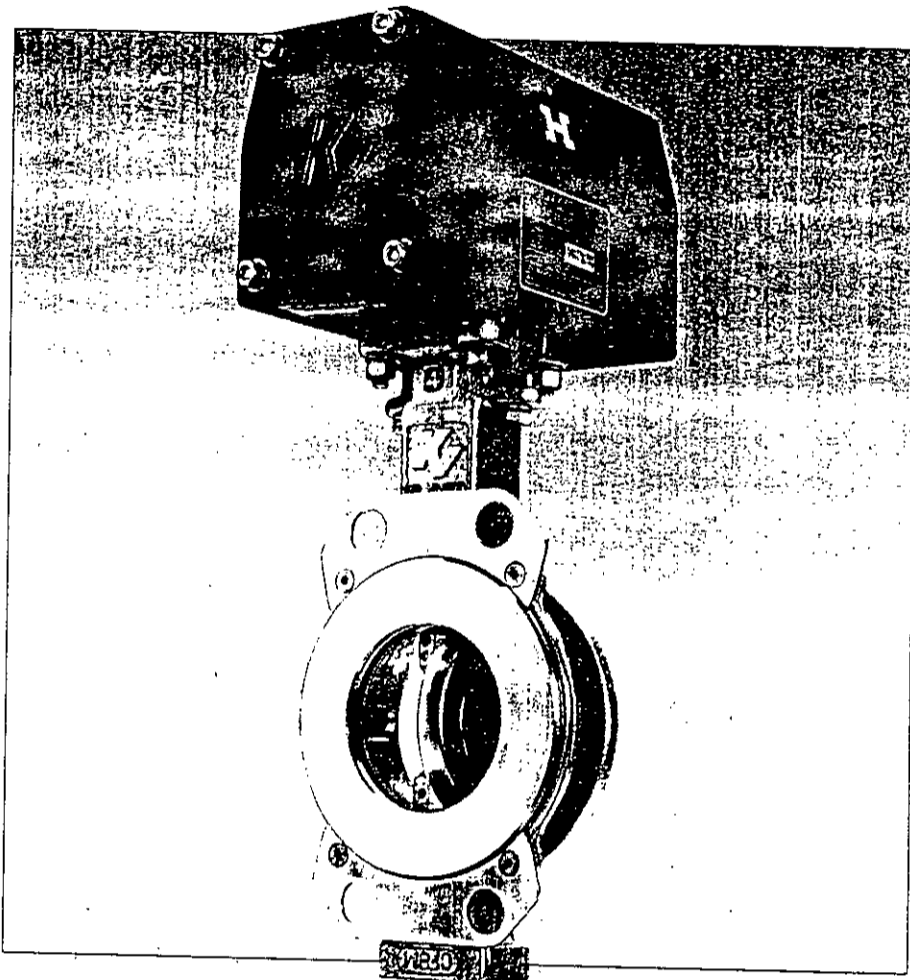
- Integrally cast mounting pad provides direct mounting of Keystone actuators.
- Rocker flanged gland bridge compensates for uneven adjustment of gland nuts.
- Extended neck allows for two inches of pipeline insulation.
- Flattened body bore at stem journal ports positions stem bearings near disc, providing maximum stem support.
- Disc taper pins are tangentially positioned half in disc and half in stem, placing them in compression rather than shear, which eliminates potential for failure.
- Integrally cast disc position stop perfectly locates the disc in seat, achieving maximum seal and seal life.
- Uninterrupted flange face retaining ring allows use of standard spiral wound gaskets and provides uni-directional dead-end service as standard. Bi-directional dead-end service available.
- K-LOK polymer, elastomer, and fire-safe seats provide bi-directional, drop-tight closure in vacuum and throughout all pressure ranges, as well as at full rated differential pressure. A variety of materials allows optimum seat life in all applications.



the Flow Control Company

## Keystone K-LOK Figure 360/362 and 370/372

## K-LOK® High Performance Butterfly Valve Sizes 2 — 36-Inch ANSI Class 150 and 300



## Recommended Standards and Specifications

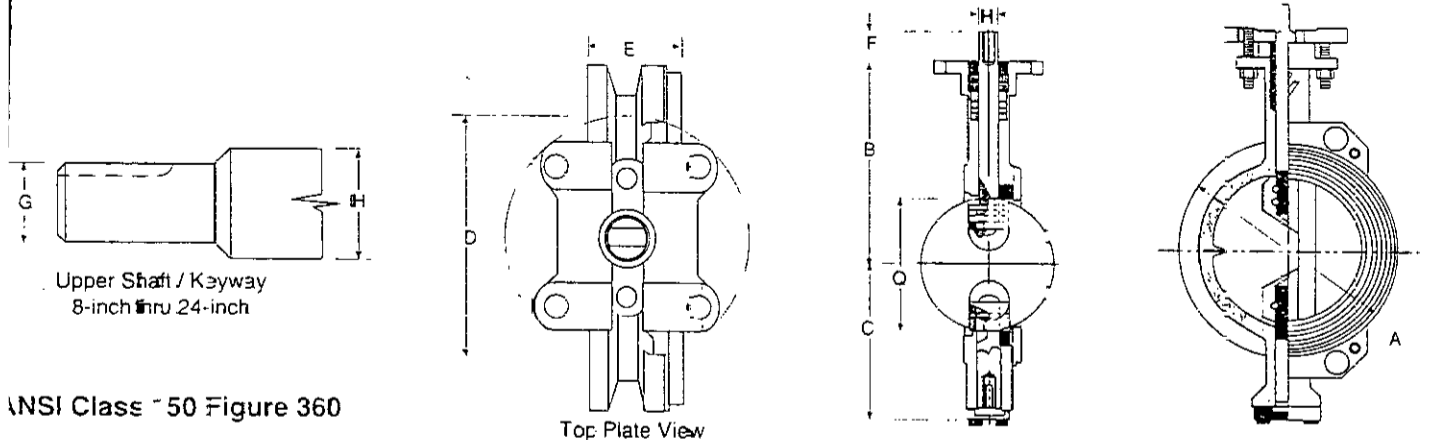
ANSI -	B16.34	Steel valves
	B31.1	Power piping
	B31.3	Chemical plant and petroleum refinery piping
	B16.5	Steel pipe flanges and flange fittings
MSS -	SP-6	Standard finishes for pipe flanges
	SP-25	Standard marking systems for valves
	SP-55	Quality standard for steel casting
	SP-61	Pressure testing of steel valves
	SP-67	Butterfly valves
	SP-68	High pressure offset disc butterfly valves
API -	609	Butterfly valves
	607	Fire test for soft seated quarter-turn valves
	598	Valve inspection and test
BS -	5146	Inspection and test of steel valves for the petroleum, petrochemical and allied industries
	4504	Flanges and bolting for pipes, valves and fittings
DIN -	3230	Technical conditions of delivery for valves
ISO -	5752	Metal valves for use in flanged pipe systems
	2084	Pipeline flanges for general use
JIS -	2215	Basic dimensions for steel pipe flanges

Keystone Valve USA, Inc. is a division of Keystone International, Inc.

Keystone reserves the right to change product designs and specifications without notice.  
Copyright © 1995 by Keystone International, Inc. Publication 1K00 12-95 p 1

# Keystone K-LOK Figure 360/362 and 370/372

## WAFFER STYLE



ANSI Class 150 Figure 360

### Valve Dimensions (Inches) Top Plate Data

Size	A	B	C	D	E	F	G	H	Q	DD or Keyway	Bolt Circle	No. Holes	Hole Dia.	Wt. Lbs.	Actuator Code
2	4 1/4	6	4 1/16	4	2 3/4	1 1/4	3/16	3/16	1 1/8	3/8	3 1/4	4	1/16	8	BAB
2 1/2	4 3/4	6	4 1/16	4	1 3/4	1 1/4	3/16	3/16	2 1/4	3/8	3 1/4	4	1/16	9	BAB
3	5	6 3/4	4 3/8	4	1 3/4	1 1/4	3/8	3/8	2 1/16	7/16	3 1/4	4	1/16	12	BAC
4	6 1/16	7 1/2	5 1/2	4	2 1/4	1 1/4	3/8	3/8	3 3/8	1/2	3 1/4	4	1/16	20	BAD
5	7 1/4	7 3/16	5 5/16	4	2 1/4	1 1/4	3/8	3/8	4 1/16	1/2	3 1/4	4	1/16	25	BAD
6	8 1/16	8 3/4	6 1/16	6	2 1/4	1 1/4	3/8	3/8	5 1/16	5/8	5	4	1/16	32	CAD
6*	8 1/16	8 3/4	6 1/16	6	2 1/4	1 1/4	3/8	3/8	5 1/16	5/8	5	4	1/16	33	CAE
8	10 1/4	10 1/4	8 1/16	6	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4	7 3/8	1/2 x 1/4 x 1 1/4	5	4	1/16	50	CAF
10	12 1/4	11 3/4	9 3/8	6	2 1/16	2	1 1/4	1 1/4	9 1/16	1/2 x 1/4 x 1 1/4	5	4	1/16	77	CAF
10*	12 1/4	11 3/4	9 3/8	6	2 1/16	3	1 1/4	1 1/4	9 1/16	3/16 x 3/16 x 2 3/8	5	4	1/16	78	CAG
12	14 3/4	13	10 1/16	8	3 3/16	3	1 1/4	1 1/2	11 3/8	3/16 x 3/16 x 2 3/8	6 1/2	4	1/16	124	DAG
14	16 1/4	13 1/4	11 1/16	8	3 3/4	3	1 1/4	1 1/4	12 1/2	3/8 x 3/8 x 2 3/8	6 1/2	4	1/16	141	DAH
16	18 1/2	14 1/2	12 1/16	8	4	3	1 1/4	1 1/4	14 1/16	3/8 x 3/8 x 2 3/8	6 1/2	4	1/16	230	DAH
18	21	16	13 1/16	8	4 1/2	4 1/4	1 1/4	1 1/4	16 1/4	1/2 x 3/8 x 3 3/8	6 1/2	4	1/16	305	DAJ
20	23	17 1/16	15 1/16	8	5	4 1/4	2 1/4	2 1/4	17 1/16	1/2 x 3/8 x 3 3/8	6 1/2	4	1/16	350	DAK
24	27 1/2	19 1/16	17 1/16	8	6 1/16	4 1/4	2 1/4	2 1/2	21 1/16	1/2 x 3/8 x 3 3/8	6 1/2	4	1/16	620	DAK
30	33 3/4	24 1/4	20 3/4	9 1/2	7 3/4	7	3	3	27 1/16	3/4 x 3/4 x 5 3/4	9 3/4	4	1 1/16	1,020	MAZ
36	40 1/4	28 3/4	24 1/4	9 1/2	8 1/2	8	3 1/2	3 1/2	33 1/2	3/4 x 3/4 x 5 3/4	9 3/4	4	1 1/16	1,850	MEE

### Note

\* E.N.P. discs require larger upper stem connection diameters on 6-inch and 10-inch valve sizes (i.e. UHMWPE seal, metal seat and fire-safe seal).

ANSI Class 300 Figure 370

### Valve Dimensions (Inches) Top Plate Data Tapped Lug Data

Size	A	E	C	D	E	F	G	H	Q	DD or Keyway	Bolt Circle	No. Holes	Hole Dia.	No. Holes	Bolt Circle	Tap	Wt. Lbs.	Actuator Code
2	4 1/4	6	4 1/16	4	2 3/4	1 1/4	3/16	3/16	1 1/8	3/8	3 1/4	4	1/16	-	-	-	8	BAB
2 1/2	4 3/4	6	4 1/16	4	1 3/4	1 1/4	3/16	3/16	2 1/4	3/8	3 1/4	4	1/16	-	-	-	9	BAB
3	5	6 3/4	4 3/8	4	1 3/4	1 1/4	3/8	3/8	2 1/16	7/16	3 1/4	4	1/16	-	-	-	12	BAC
4	6 1/16	7 1/2	5 1/2	4	2 1/4	1 1/4	3/8	3/8	3 3/8	1/2	3 1/4	4	1/16	-	-	-	20	BAD
5	7 1/4	7 3/16	5 5/16	4	2 1/4	1 1/4	3/8	3/8	4 1/16	1/2	3 1/4	4	1/16	-	-	-	25	BAD
6	8 1/16	8 3/4	6 1/16	6	2 1/4	1 1/4	3/8	3/8	5 1/16	5/8	5	4	1/16	-	-	-	32	CAD
8	10 1/4	10 1/4	8 1/16	6	2 1/2	2	1 1/4	1 1/4	7 3/8	1/2 x 1/4 x 1 1/4	5	4	1/16	-	-	-	65	CAF
10	12 1/4	11 3/4	9 3/8	6	3 3/4	3	1 1/4	1 1/4	9 1/16	3/16 x 3/16 x 2 3/8	5	4	1/16	-	-	-	95	CAG
12	14 3/4	13	10 1/16	8	3 3/4	3	1 1/4	1 1/2	11 3/8	3/16 x 3/16 x 2 3/8	6 1/2	4	1/16	-	-	-	145	DAG
14	16 1/4	14 1/4	12 1/16	8	4 1/4	4 1/4	1 1/4	1 1/4	12 1/2	1/2 x 3/8 x 4	6 1/2	4	1/16	4	20 1/4	1 1/2-8UN	270	DAJ
16	18 1/2	16	13 3/8	8	5 1/4	4 1/4	2 1/4	2 1/4	14 1/16	1/2 x 3/8 x 4	6 1/2	4	1/16	4	22 1/2	1 1/2-8UN	305	DAK
18	21	17	14 1/8	8	5 3/4	4 1/4	2 1/2	2 1/2	16 1/4	3/8 x 3/8 x 4	6 1/2	4	1/16	4	24 1/4	1 1/2-8UN	385	DBA
20	23	20 3/16	16 1/16	7 1/2	6 1/4	6 1/2	2 1/2	2 1/2	17 1/16	3/8 x 3/8 x 5 3/8	8	4	1/16	4	27	1 1/2-8UN	450	LAX
24	27 1/4	23 3/8	19 3/8	9 1/2	7 3/4	6 1/16	3 1/2	3 1/2	21 1/16	3/8 x 3/8 x 5 3/8	9 3/4	4	1 1/16	4	32	1 1/2-8UN	770	MAY
30	33 3/4	26 3/4	24	10	9 1/2	7 3/4	4 1/2	4 1/2	27 1/2	1 x 1 x 6 1/2	10	4	1 1/4	4	39 1/4	1 1/2-8UN	1,100	NAW
36	40 1/4	30 3/4	27 3/4	12 1/4	10 3/4	8	5	5	33 1/2	1 1/4 x 1 1/4 x 6 3/4	12	4	1 1/2	4	46	2-8UN	1,590	EBD

## Anexo 16.- Válvula Check Rite

Check Rite Superior Wafer  
Check Valves in use  
Wherever reliability and  
high performance matter

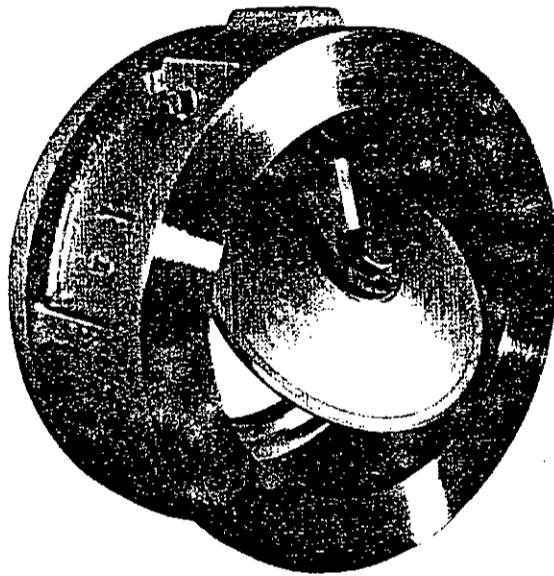
State of the art Check Rite answers  
industry's demand for a lighter, more  
compact and durable wafer check valve.  
Designed with present day economics in  
mind, these easily installed wafer valves  
offer the user a broad range of applications  
in any industry where the control of fluid  
flow is important.

Check Rite presents a free and  
unobstructed orifice when open. The disc  
is controlled by a torsion spring. The closing  
action is designed to minimize the  
destructive effect of a sudden reversal of  
flow or line hammer, which is more evident  
in conventional check valves. Operation is  
automatic and silent when Check Rite is  
properly applied.

This catalogue lists the many different types  
of Check Rite check valves which are in use  
across the globe solving a wide variety of  
fluid control problems. In addition, complete  
specifications are given along with a  
how-to-order guide. Every valve listed is  
carried in our large stock in different  
materials in all but the very largest  
diameters.

Ritepro is a world leader in the design and  
manufacture of wafer check valves. If you  
have a special application please telephone  
or write or telex our Montreal head office.  
We will be pleased to suggest a practical  
and economic solution to your fluid control  
problem.

# Check Rite®



## Index

Model 210 ANSI Series 125/150 and 30C	2 & 3
Model 210 ANSI Series 1 1/2" 150/1500	2 & 3
Model 205 API Series 150/300	4 & 5
Model 201 API Series 400/600	4 & 5
Model 203 API Series 900/1500	4 & 5
Bolting Information	9
Cancellations and Returns	back cover
Easy, Lightweight Assembly	8
Check Rite for Fire Protection Systems	9
Flow Chart for ANSI and API Valves	back cover
How to order Check Rite and Code Numbers	8
Prices and Quotations	back cover
Reliable, Trouble-free Action	1
Special Applications	6 & 7
Valve Rating and Colour Code	8
Valve Seats Provide Perfect Seal	1
Warranty	back cover



Ritepro Inc.

12,200 Albert Hudon, Montreal North, Quebec, Canada H1G 3K7 • Tel. (514) 324-8900 • Telex 05-828659 • Fax (514) 324-5

### Valve Dimensions in Inches and Millimeters and Weights

Nominal Pipe Size		A		B		C		D		Weight in	
Inch	mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch	mm	lbs.	kg
2	50	2 1/8	54	4 1/8	104.8	4 1/4	108	1 3/16	30	3.5	1.6
2 1/2	65	2 3/8	60.3	4 7/8	123.8	4 1/2	114	1 1/2	38	5	2.3
3	80	2 5/8	66.7	5 3/8	136.5	5	127	1 11/16	43	6.5	2.9
4	100	2 1/4	57.2	6 7/8	174.6	5 3/4	146	2 7/16	62	11	5
5	125	2 1/2	63.5	7 3/4	196.9	6 1/2	165	3 3/8	86	15	6.8
6	150	2 3/4	69.9	8 3/4	222.3	7 1/4	184	4 1/4	108	20	9
8	200	2 7/8	73.0	11	279.4	8 1/4	210	5 3/8	136	30	13.6
10	250	3 1/8	79.4	13 3/8	339.7	9 5/8	244	7	178	47	21.3
12	300	3 3/8	85.7	16 1/8	409.6	10 3/4	273	8 1/8	206	70	32
14	350	4 1/4	108	17 5/8	447.7	13	330	7 1/4	184	115	52
16	400	4 1/4	108	20 1/8	511.2	14 1/2	368	8 1/4	210	130	59
18	450	4 1/4	108	21 1/2	546.1	15 1/4	387	10 1/2	267	170	73
20	500	5 1/2	139.7	23 3/4	603.3	18 3/4	476	11	280	230	104
24	600	6	152.4	28 3/16	711.1	20 1/2	520	15	381	415	188
30	750	9	228.6	34 5/8	879.5	27 1/2	698	16 1/4	412	965	438
36	900	11 1/2	292.1	41 1/8	1044.6	30	762	18 1/4	464	1525	692
42	1050	12	304.8	48	1219.2	33 1/4	844	28	712	2235	1014

### Model 210 ANSI Series 125/150

ANSI Series 125/150 rated at 285 psi cold working pressure. Available in DIN and BS Standard in pressure classes NP 06, NP 10 and NP 16.

\*The figures shown are for the Series 125 only. The equivalent dimensions for the Series 150 are as follows:

Pipe Size		A	
Inch	mm	Inch	mm
2	50	1 3/4	44.5
2 1/2	65	1 7/8	47.6
3	80	2	50.8

### Valve Dimensions in Inches and Millimeters and Weights

Nominal Pipe Size		A		B		C		D		Weight in	
Inch	mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch	mm	lbs.	kg
2	50	1 3/4	44.5	4 3/8	111.1	4 1/4	108	1 3/16	30	4	1.8
2 1/2	65	1 7/8	47.6	5 1/8	130.2	4 1/2	114	1 1/2	38	6	2.7
3	80	2	50.8	5 7/8	149.2	5	127	1 11/16	43	8	3.6
4	100	2 1/4	57.2	7 1/8	181	5 3/4	146	2 7/16	62	12	5.4
5	125	2 1/2	63.5	8 1/2	215.9	6 1/2	165	3 3/8	86	19	8.6
6	150	2 3/4	69.9	9 7/8	250.8	7 1/4	184	4 1/4	108	27	12.2
8	200	2 7/8	73	12 1/8	304.1	8 1/4	210	5 3/8	136	42	19
10	250	3 1/8	79.4	14 1/4	362	9 5/8	244	7	178	61	28
12	300	3 3/8	85.7	16 5/8	422.3	10 3/4	273	8 1/8	206	95	43
14	350	4 1/4	108	19 1/8	486	13	330	7 1/4	184	160	73
16	400	4 1/4	108	21 1/4	540	14 1/2	368	8 1/4	210	181	82
18	450	4 1/4	108	23 1/2	597	15 1/4	387	10 1/2	267	234	106
20	500	5 1/2	139.7	25 3/4	654	18 3/4	476	11	280	315	143
24	600	6	152.4	30 1/2	774	20 1/2	520	15	381	568	258

### Model 210 ANSI Series 300

ANSI Series 300 rated at 740 psi cold working pressure. Available in DIN and BS Standard in pressure class NP 25 and NP 40.

ANSI Series

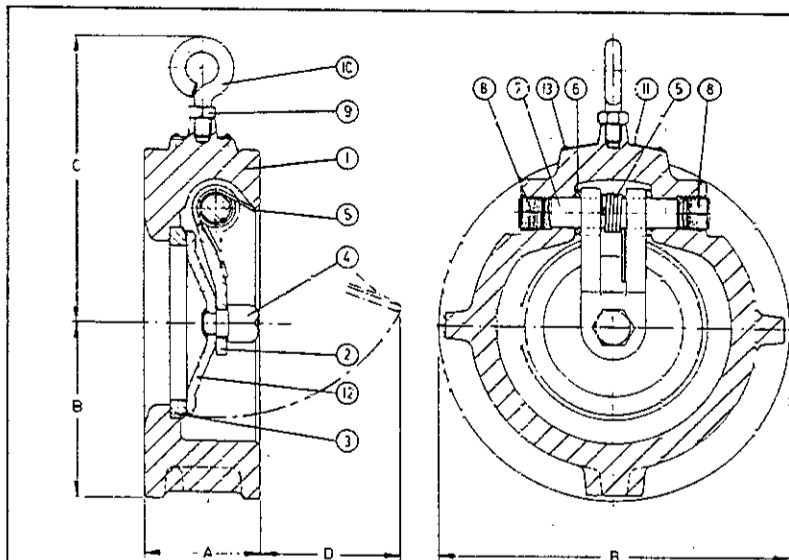
Flange Rating	Cold Working Pressure		Valve O.D. B	
	PSI	Bar	Inch	mm
ANSI Series				
150	285	19.5	3 3/8	85.7
300	740	51	3 3/4	94
400	990	68		
600	1480	102	3 7/8	98
900	2220	147		
1500	3705	246		
DIN # BS				
NP 10	145	10	3.7	94
NP 16	232	16		
NP 25	363	25		
NP 40	580	40		
NP 64	928	64	4.0	102
NP 100	1461	100		
NP 160	2338	160		
NP 250	3653	250	3.87	98

### Model 210 ANSI 1-1/2"/40 mm Series 150/1500

ANSI 1-1/2" 150/1500 rated at 285 psi to 3705 psi cold working pressure. Available in DIN and BS Standard in pressure classes NP 1 to NP 250.

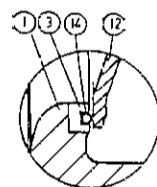
### Check Rite Parts and Materials

Item	Description	Standard Material
1	Body	ASTM A 216 WCB ASTM A 351 CF8M ASTM A 126 CLB ASTM A 395
2	Hinge	2"-12" ASTM A 351 CF8M 14"-42" ASTM A 216 WCB
3	Seat	ASTM A 240 Type 304
4	Shoulder Pin	2"-12" ASTM A 479 Type 304 14" and up it's part of disc
5	Spring	2"-12" Incone: X/316 S/S 14"-42": 17-7 PH S/S
6	Spacer	Teflon, 304 S/S & Bronze
7	Pin	ASTM A 479 Type 304
8	Plug	Steel Zinc Plated/Stainless Steel
9	Lock Nut	Steel Zinc Plated
10	Eye Bolt	Steel Zinc Plated
11	Name Plate	Aluminum
12	Disc	2"-12" ASTM A 240 Type 304 14"-42" Steel w. 304 Trim
13	Rivets	Steel Cadmium Plated
14	O-Ring	Buna "N" or Viton
15	Disc Nut	Steel/Stainless Steel
16	Disc Washer	Steel/Stainless Steel
17	Cotter Pin	Steel/Stainless Steel
18	Seat Ret. Screw	Steel/Stainless Steel

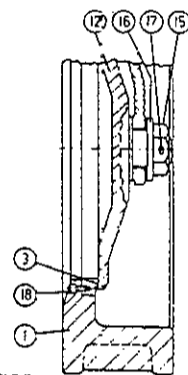


### Check Rite Parts and Materials

Item	Description	Standard Material
1	Body	ASTM A 216 WCB ASTM A 351 CF8M
2	Hinge	2"-12": ASTM A 351 CF8M 14"-24": ASTM A 216 WCB
3	Seat	ASTM A 240 Type 304
4	Shoulder Pin	2"-12" ASTM A 479 Type 304 14" and up it's part of disc
5	Spring	2"-12": Inconel X/316 S/S 14"-24": 17-7 PH S/S
6	Spacer	ASTM A 479 Type 304
7	Pin	ASTM A 479 Type 304
8	Plug	Steel/Stainless Steel
9	Lock Nut	Steel Zinc Plated
10	Eye Bolt	Steel Zinc Plated
11	Name Plate	Aluminum
12	Disc	2"-12": ASTM A 240 Type 304 14"-24": Steel w. 304 Trim
13	Rivets	Steel Cadmium Plated
14	O-Ring	Buna "N" or Viton
15	Disc Nut	Steel/Stainless Steel
16	Disc Washer	Steel/Stainless Steel
17	Cotter Pin	Steel/Stainless Steel
18	Seat Ret. Screw	Steel/Stainless Steel



Soft seat



14" and Larger

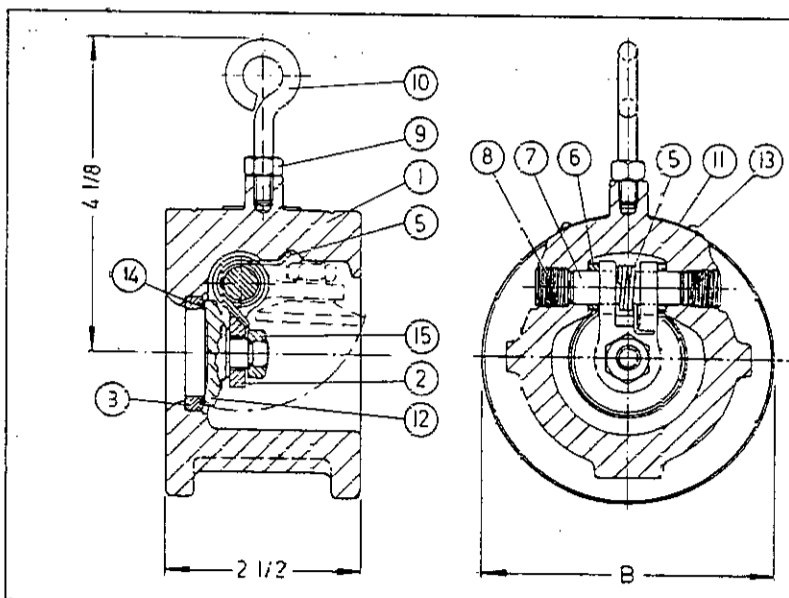
\* In Stainless Steel when body is Stainless Steel

### Check Rite Parts and Materials

Item	Description	Qty	Material
1	Body	1	ASTM A-216 WCB ASTM A 351 CF 8M
2	Hinge	1	ASTM A 351 CF8M
3	Seat	1	A 240 Type 304
5	Spring	1	Inconel X/316 S/S
6	Spacer	2	A 479 Type 304
7	Pin	1	A 479 Type 304
8	Plug	2	Steel/Stainless Steel
9	Lock Nut	1	Steel Zinc Plated
10	Eye Bolt	1	Steel Zinc Plated
11	Name Plate	1	Aluminum
12	Disc	1	A 479 Type 304
13	Rivet	1	Steel Cadmium Plated
14	"O"-Ring	1	Buna "N" or Viton
15	Disc Nut	1	Stainless Steel

All valves available in:

Material	Specification
Cast Iron	ASTM A-126 CLB
Ductile Iron	ASTM A-395
Carbon Steel	ASTM A-216 WCB
Stainless Steel	ASTM A-351 CF 8M



Anexo 17.- Factor de Fricción "C"



## FACTOR DE FRICCION "C"

### HAZEN - WILLIAMS

El método Darcy – Weisbach / Colebrook / Mcody aplica para plásticos no líquidos, pero es complejo. Para algunas aplicaciones, fórmulas empíricas están disponibles y cuando son usadas dentro de sus limitaciones, realmente los resultados pueden ser obtenidos con gran conveniencia.

Hazen y Williams desarrollaron una fórmula empírica para el agua.

La fórmula Hazen – Williams para agua a 60° F puede ser aplicada para líquidos teniendo la misma viscosidad Cinemática de 1.13 centiestokes (0.00001211 ft<sup>2</sup>/sec), o 31.5 SSU. La viscosidad del agua varía con la temperatura así que algún error puede ocurrir a otras temperatura.

Fórmula Hazen – Williams

$$h_f = 0.002083L \left[ \frac{100}{C} \right]^{1.85} \left[ \frac{Q^{1.85}}{d^{4.8655}} \right]$$

$$p_f = 0.0009015L \left[ \frac{100}{C} \right]^{1.85} \left[ \frac{Q^{1.85}}{d^{4.8655}} \right]$$

Términos son como previamente definidos y:

C = Factor de Fricción Hazen – Williams, acimensional

(No relacionado con el factor de fricción "f" de Darcy – Weisbach)

pf = Pérdidas por fricción para el agua, psi

Ver Tabla III: Propiedades del Agua

Tuberías de diferentes materiales y diámetros pueden ser comparados usando la siguiente fórmula, los sufijos 1 y 2 se refieren a la tubería conocida y no conocida.

$$\left[ \frac{d_1}{d_2} \right] = \left[ \frac{C_2}{C_1} \right]^{0.3806}$$

### PERDIDAS DEBIDO AL CAMBIO DE ELEVACION

Las Líneas de presión pueden ser pérdidas o ganadas por un cambio de elevación. Para líquidos, la pérdida de presión a una elevación dada esta dada por :

$$h_e = h_2 - h_1$$

Donde:

$h_e$  = Pérdida en altura de carga, Ft de líquido

$h_1$  = Elevación de la tubería en punto 1, Ft

$h_2$  = Elevación de la tubería en punto 2, Ft

Si una tubería esta sujeta a un cambio de elevación uniforme a lo largo de su longitud, los dos puntos pueden ser las elevaciones a cada final de la línea. Sin embargo, algunas líneas de tuberías pueden tener varios cambios de elevación como ellos que cruzan terrenos montañosos. Estas líneas de tuberías pueden ser evaluadas escogiendo puntos donde la inclinación de las tuberías cambian, luego sumando la elevación individual de cargas para tener la elevación de carga total.

Ver Tabla IV: Factor C de fricción de Hazen-Williams

**Table III Properties of Water**

Temperature °F/°C	Specific Weight lb/ft <sup>3</sup>	Kinematic Viscosity, centistokes
32/0	62.414	1.79
60/15.6	62.37	1.13
75/23.9	62.27	0.90
100/37.8	62.00	0.69
120/48.9	61.71	0.57
140/60	61.38	0.47

**Table IV Hazen-Williams Friction Factor, C**

Pipe Material	Values for C		
	Range High/Low	Average Value	Design Value
Polyethylene pipe	160-130	155	155
Cement or plastic lined iron or steel pipe	160-130	148	140
Copper, brass, lead, tin, or glass pipe or tubing	150-120	140	130
Wood stave	145-110	120	110
Welded & seamless steel	150-80	130	100
Cast & ductile iron	150-80	130	100
Concrete	152-85	120	100
Corrugated Steel	—	60	60

**Anexo 18.- Resistencia Quimica del Polietileno y Reticulacion de Polimeros.**

## RESISTENCIA QUIMICA DEL POLIETILENO Y RETICULACION DE POLIMEROS

### RESISTENCIA QUIMICA DEL POLIETILENO (PLEXCO / SPIROLITE)

Tuberías de polietileno tienen una excelente resistencia química, haciéndolo un material de tubería ideal para ambientes químicos severos y sistemas altamente corrosivos.

Esta estabilidad para el ataque químico, unido con una superior resistencia a la abrasión, hace a la tubería de polietileno un material excepcional para tuberías aplicadas a la industria y lodos.

### ATAQUE QUIMICO

Ataque químico sobre el polietileno es cualquier perturbación química causando en el plástico debilidad, ablandamiento o hinchamiento, y degradación de la estructura molecular.

Varias soluciones químicas pueden afectar al polietileno por difusión en el material. Solución química, la cual no actúa directamente, degrada o disuelve el material, puede causar debilitamiento o hinchamiento o pérdida del grado, o puede causar otros efectos en la aplicación de la tubería.

Elevación de la temperatura por lo general incrementan estos efectos. En algunas circunstancias removiendo la solución química puede permitir al polietileno recuperarse y regresar a su estado original.

Prolongadas y continuas exposiciones a algunos químicos comunes tales como hidrocarburos (crudo y aceites combustibles, gasolina, diesel, kerosene, etc.) son conocidos para penetrar en el polietileno. Penetración de hidrocarburos puede causar hinchamiento a altas temperaturas y requiere reducir la presión de servicio al 50%. Además, unión por fusión de calor de productos penetrantes no es confiable.

Hidrocarburos se vaporizan en la fundición y causan porosidad y contaminación.

Hidrocarburos penetrantes deben ser usados usando técnicas de uniones mecánicas tales como acoplamientos a compresión con refuerzos internos.

Un ataque químico directo sobre el polímero puede resultar en irreversible daño o cambio químico por escisión de cadena, oxidación y reacción de sustitución. Daños o cambios son permanentes y no pueden ser revertidos por la remoción del químico.

### RESISTENCIA A LA ROTURA POR ESFUERZO Y CORROSION

A causa que el polietileno no es conductivo, es inmune a efectos galvánicos y electroquímicos. En adición, el polietileno no se corroe como los metales lo hacen. En el interior y exterior las tuberías de polietileno resisten la corrosión, picaduras, pudrición y otras causas comunes de fallas en sistemas de tuberías metálicas.

Algunos polietilenos pueden fallar por rotura debido a la acción combinada de esfuerzo y ambiente. Rotura por esfuerzo es de lento desarrollo y la propagación de grietas por la acción de agentes sensitivos sobre superficies defectuosas en esforzados o deformados materiales es rápido.

La estructura del polímero, peso molecular y la distribución del peso molecular afectará la resistencia a la rotura por esfuerzo del polietileno. El Polietileno muestra excelente resistencia a la rotura por esfuerzo.

### EFFECTOS DEL AMBIENTE

La tubería de polietileno no se degradará debido a efectos biológicos. Polietileno no es digestible y generalmente no es atacado por nidos de insectos o gusanos. La excepcional superficie lisa del polietileno impide

el crecimiento de algas o otras vidas marinas sobre las paredes de la tubería, especialmente bajo condiciones de flujo.

### EFFECTOS DE LA LUZ SOLAR (ULTRAVIOLETA)

Polietileno natural esta sujeto al ataque directo y subsecuente degradación por exposición directa a la luz ultravioleta (uv). Desde que la luz ultravioleta esta presente en la luz solar, sistemas de protección estan conformadas en el material para prevenir o demorar la degradación por rayos ultravioleta. Productos de color estan protegidos por sacrificial, sistemas absorbentes de energia UV. Sistemas de absorción proveen protección temporal por algunos meses a varios años dependiendo sobre el nivel de protección y exposición. Sistemas de absorción son sacrificiales, esto es, ellos absorven la energia de rayos ultravioleta y son agotados en el proceso. Desgradación del material puede eventualmente ocurrir como caída en los niveles de protección cubriendo la tubería, detiene algun adicional efecto de UV, pero no revierte algun previo efecto a la exposición.

Largos periodos de protección a los UV es proveido por la incorporación de 2% a 3% de carbon negro en el material. Las partículas muy finas de carbon negro actuan para proteger al material de la penetración de la energia de los rayos UV, y previenen la degradación. Productos negros son recomendados para cualquier aplicación en largos periodos que esta directamente expuestos a la luz ultravioleta. Esto incluye toda la superficie, suspendida y sobre los grados de aplicación.

### EFFECTOS TERMICOS

La tubería de polietileno puede ser aplicada sobre un amplio rango de temperaturas. Trabaja bien desde 50° F y menos hasta 140° F para presiones de servicio o hasta 180° F para flujos por gravedad.

Polietileno para altas temperaturas es diseñado para presiones de servicio hasta 176° F y para flujos por gravedad hasta 194° F. Tubería

de polietileno negra esta usualmente sujeta a calentamiento de la luz del sol, el cual puede incrementar la temperatura de servicio sobre el ambiente y causar cambios térmicos como la expansión y construcción de las tuberías. Para presiones de aplicación, presión de diseño es reducida a elevadas temperaturas.

#### INFORMACION DE RESISTENCIA QUIMICA

La siguiente guía de resistencia química (Tabla XII) presenta datos de pruebas de resistencia química por inmersión para una amplia variedad de químicos. Este dato es generalmente aplicable para flujos de gravedad y aplicaciones de bajo esfuerzo, y puede o no puede ser aplicable para el polietileno bajo esfuerzo. A menos que sea establecido de otro modo, polietileno fue probado en químicos conectados. Es generalmente esperado que diluir soluciones químicas en bajas temperaturas tienen menos potencial para afectar al material pero esto no puede ser siempre el caso.

Efectos de la temperatura sobre la resistencia química debería ser considerado polietileno puede resistir algunos químicos a temperatura ambiente, pero no es bueno o no del todo a elevadas temperaturas.

Así también, combinaciones de químicos pueden tener efectos donde químicos individuales no. Si no hay datos o experiencia con químicos o combinación de químicos, la prueba de la inmersión para compatibilidad de químicos debe ser realizada. Debido a que las condiciones particulares de cada aplicación puede variar, es recomendado que la siguiente información de resistencias químicas sea usado solamente como una guía preliminar para la conducta de la resistencia química de las tuberías de polietileno PLEXCO. Información adicional sobre compatibilidad de químicos puede ser encontrado en PPI TR-19, Tuberías termoplásticas para el transporte de químicos



**Table XII. Chemical Resistance**

**Chemical Resistance Key:**

x = resistant swelling < 3% or weight loss < 0.5%. elongation at break not substantially changed.

/ = limited resistance swelling 3-8% or weight loss 0.5-5% and/or elongation at break reduced by < 50%.

- = not resistant swelling >8% or weight loss > 5% and/or elongation at break reduced by >50%.

D = discoloration

\* = aqueous solutions in all concentrations

\*\* = only under low mechanical stress

<u>Medium</u>	<u>73°F</u>	<u>140°F</u>	<u>Medium</u>	<u>73°F</u>	<u>140°F</u>
Acetaldehyde, gaseous	x	/	Antimony trichloride	x	x
Acetic acid (10%)	x	x	Aqua regia	-	-
Acetic acid (100%) (glacial acetic acid)	x	/D	Barium chloride	*x	x
Acetic anhydride	x	/D	Barium hydroxide	*x	x
Acetone	x	x	Beer	x	x
Acetylene tetrabromide	**/to-	-	Beeswax	x	**/to-
Acids, aromatic	x	x	Benzene	/	/
Acrylonitrile	x	x	Benzenesulphonic acid	x	x
Adipic acid	x	x	Benzoic acid	*x	x
Allyl alcohol	x	x	Benzyl alcohol	x	xto/
Aluminum chloride, anhydrous	x	x	Borax, all concentrations	x	x
Aluminum sulphate	*x	x	Boric acid	*x	x
Alums	x	x	Brine, saturated	x	x
Ammonia, gaseous (100%)	x	x	Bromine	-	-
Ammonia, liquid (100%)	x	x	Bromine vapour	/	/
Ammonium chloride	*x	x	Butanetriol	x	x
Ammonium fluoride, aqueous (up to 20%)	x	x	Butanol	x	/
Ammonium nitrate	*x	x	@Butoxyl*	x	/
Ammonium sulphate	*x	x	Butyl acetate	x	/
Ammonium sulfide	*x	x	Butyl glycol	x	x
Amyl acetate	x	x	Butyric acid	x	/
Aniline, pure	x	x	Calcium chloride	*x	x
Anisole	/	-	Calcium hypochlorite	*x	x
			Camphor	x	/
			Carbon dioxide	x	x
			Carbon disulfide	/	/

<u>Medium</u>	<u>73°F</u>	<u>140°F</u>	<u>Medium</u>	<u>73°F</u>	<u>140°F</u>
Carbon tetrachloride	**/to-	-	Dioxane	x	x
Caustic potash	x	x	Emulsifiers	x	x
Caustic soda	x	x	Esters, aliphatic	x	xto/
Chlorine, liquid	-	-	Ether	xto/	/
Chlorine bleachine solution (12% active chlorine)	/	-	Ethyl acetate	/	-
Chlorine gas, dry	/	-	Ethyl alcohol	x	x
Chlorine gas, moist	/	-	Ethyl glycol	x	x
Chlorine water			Ethyl hexanol	x	x
(disinfection of mains)	x		Ethylene chloride (dichloroethane)	/	/
Chloroacetic acid (mono)	x	x	Ethylene diamine	x	x
Chlorobenzene	/	-	Fatty acids (> C <sup>6</sup> )	x	/
Chloroethanol	x	xD	Ferric chloride	*x	x
Chloroform	**/to-	-	Fluorine	-	-
Chlorosulphonic acid	-	-	Fluorocarbons	/	-
Chromic acid (80%)	x	-D	Fluosilicic acid, aqueous (up to 32%)	x	x
Citric acid	x	x	Flormaldehyde (40%)	x	x
Coconut oil	x	/	Formamide	x	x
Copper salts	*x	x	Formic acid	x	
Corn oil	x	/	Fruit juices	x	x
Creosote	x	xD	Fruit pulp	x	x
Cresol	x	xD	Furfuryl alcohol	x	xD
Cyclohexane	x	x	Gelatine	x	x
Cyclohexanol	x	x	Glucose	*x	x
Cyclohexanone	x	x	Glycerol	x	x
Decahydronaphthalene	x	/	Glycerol chlorohydrin	x	x
Desiccator grease	x	/	Glycol (conc.)	x	x
Detergents, synthetic	x	x	Glycolic acid (50%)	x	x
Dextrin, aqueous (18% saturated)	x	x	Glycolic acid (70%)	x	x
Dibutyl ether	xto/	-	Halothane	/	/
Dibutyl phthalate	x	/	Hydrazine hydrate	x	x
Dichloroacetic acid (100%)	x	/D	Hydrobromic acid (50%)	x	x
Dichloroacetic acid (50%)	x	x	Hydrochloric acid (all concentrations)	x	x
Dichloroacetic acid methyl ester	x	x	Hydrocyanic acid	x	x
Dichlorobenzene	/	-	Hydrofluoric acid (40%)	x	/
Dichloroethane	/	/	Hydrofluoric acid (70%)	x	/
Dichloroethylene	-	-	Hydrogen	x	x
Diesel oil	x	/	Hydrogen chloride gas, moist and dry	x	x
Diethyl ether	xto/	/	Hydrogen peroxide (30%)	x	x
Diisobutyl ketone	x	/to-	Hydrogen peroxide (100%)	x	
Dimethyl formamide (100%)	x	xto/			

<u>Medium</u>	<u>73°F</u>	<u>140°F</u>	<u>Medium</u>	<u>73°F</u>	<u>140°F</u>
Hydrogen sulfide	x	x	Ozone, aqueous solution (drinking water purification)	x	
Iodine, tincture of, DAB 7 (German Pharmacopoeia)	x	/D	Paraffin oil	x	x
Isooctane	x	/	Perchloric acid (20%)	x	x
Isopropanol	x	x	Perchloric acid (50%)	x	/
Isopropyl ether	xto/	-	Perchloric acid (70%)	x	-D
Jam	x	x	Petrol	x	xto/
Keotones	x	xto/	Petroleum	x	/
Lactic acid	x	x	Petroleum ether	x	/
Lead acetate	*x	x	Petroleum jelly	**xto/	/
Linseed oil	x	x	Phenol	x	xD
Magnesium chloride	*x	x	Phosphates	*x	x
Magnesium sulphate	*x	x	Phosphoric acid (25%)	x	x
Maleic acid	x	x	Phosphoric acid (50%)	x	x
Malic acid	x	x	Phosphoric acid (95%)	x	/D
Menthol	x	/	Phosphorus oxychloride	x	/D
Mercuric chloride (sublimate)	x	x	Phosphorus pentoxide	x	x
Mercury	x	x	Phosphorus trichloride	x	/
Methanol	x	x	Photographic developers, commercial	x	x
Methyl butanol	x	x	Phthalic acid (50%)	x	x
Methyl ethyl ketone	x	/to-	Polyglycols	x	x
Methyl glycol	x	x	Potassium bichromate (40%)	x	x
Methylene chloride	/	/	Potassium borate, aqueous (1%)	x	x
Mineral oils	x	xto/	Potassium bromate, aqueous (up to 10%)	x	x
Molasses	x	x	Potassium bromide	*x	x
Monochloroacetic acid	x	x	Potassium chloride	*x	x
Monochloroacetic ethyl ester	x	x	Potassium chromate, aqueous (40%)	x	
Monochloroacetic methyl ester	x	x	Potassium cyanide	*x	x
Morpholine	x	x	Potassium hydroxide (30% solution)	x	x
Naptha	x	/	Potassium nitrate	*x	x
Naphthalene	x	/	Potassium permanganate	x	xD
Nickel salts	*x	x	Propanol	x	x
Nitric acid (25%)	x	x	Propionic acid (50%)	x	x
Nitric acid (50%)	/	-	Propionic acid (100%)	x	/
Nitrobenzene	x	/	Propylene glycol	x	x
o-Nitrotoluene	x	/	Pseudocumene	/	/
Octyl cresol	/	-	Pyridine	x	/
Oils, ethereal	/	/	Seawater	x	x
Oils, vegetable and animal	x	xto/			
Oleic acid (conc.)	x	/			
Oxalic acid (50%)	x	x			
Ozone	/	-			

6/92 21

<u>Medium</u>	<u>73°F</u>	<u>140°F</u>	<u>Medium</u>	<u>73°F</u>	<u>140°F</u>
Silicic acid	x	x	Toluene	/	-
Silicone oil	x	x	Transformer oil	x	/
Silver nitrate	x	x	Tributyl phosphate	x	x
Sodium benzoate	x	x	Trichloroacetic acid (50%)	x	x
Sodium bisulphite, weak aqueous solutions	x	x	Trichloroacetic acid (100%)	x	/to-
Sodium carbonate	*x	x	Trichloroethylene	**/to-	-
Sodium chloride	*x	x	Triethanolamine	x	x
Sodium chlorite (50%)	x	/	Turpentine, oil of	xto/	/
Sodium hydroxide (30% solution)	x	x	Tween 20 and 80 (Atlas Chemicals)	x	x
Sodium hypochlorite (12% active chlorine)	/	-	Urea	*x	x
Sodium nitrate	*x	x	Vinegar (commercial conc.)	x	x
Sodium silicate	*x	x	Viscose spinning solutions	x	x
Sodium sulfide	*x	x	Waste gases containing		
Sodium thiosulphate	x	x	-carbon dioxide	x	x
Spermaceti	x	/	-carbon monoxide	x	x
Spindle oil	xto/	/	-hydrochlorid acid (all concentrations)	x	x
Starch	x	x	-hydrogen fluoride (traces)	x	x
Steric acid	x	/	-nitrous vitriol (traces)	x	x
Succinic acid (50%)	x	x	-sulfur dioxide (low concentration)	x	x
Sugar syrup	x	x	-sulphuric acid, moist (all concentrations)	x	x
Sulfates	*x	x	Water glass	x	x
Sulfur	x	x	p-Xylene	/	-
Sulfur dioxide, dry	x	x	Yeast, aqueous preparations	x	x
Sulfur dioxide, moist	x	x	Zinc chloride	*x	x
Sulfur trioxide	-	-			
Sulfuric acid (10%)	x	x			
Sulfuric acid (50%)	x	x			
Sulfuric acid (98%)	/	-			
Sulfuric acid, fuming	-	-			
Sulfurous acid	x	x			
Sulfuryl chloride	-	-			
Tallow	x	x			
Tannic acid (10%)	x	x			
Tartaric acid	x	x			
Tetrachloroethane	**xto/	-			
Tetrahydrofurane	**xto/	-			
Tetrahydronaphthalene	x	/			
Thionyl chloride	-	-			
Thiophene	/	/			

## RETICULACION DE POLIMEROS VINILICOS

### Investigadores:

- Dra. Guillermina Burillo (Responsable)
- Dr. Takeshi Ogawa (Instituto de Investigacion en Materiales, UNAM)
- Dra. Delia López (Universidad Autónoma de Puebla)
- M. en C. Esbaide Adem (Instituto de Física)
- M. en C. E. Mendizábal (Universidad de Guadalajara)

### Técnicos Académicos:

- Q. Ma. Eugenia Aguirre

El propósito de este proyecto es el mejoramiento de los polímeros que se producen en México por medio de una eficiente reticulación de los mismos. El estudio de las reacciones radioquímicas producidas por la radiación ionizante en esos compuestos y comparación de los mecanismos de reacción en la radiación bajo diferentes condiciones: presión, humedad, aditivos, pesos moleculares e intensidades de radiación: en la actualidad se trabaja con varios polímeros:

1. Poliestireno con diferentes agentes reticulares para mejorar el rendimiento y para tener mejor conocimiento de las reacciones que se suceden entre ambos.
2. Policloruro de vinilo con diferentes plastificantes. Se conoce bastante sobre reticulación de PVC y con diferentes agentes reticulares, pero no se conoce bien el efecto que tiene los diferentes plastificantes en la radiación del PVC más agentes reticulantes.
3. Policloruro de vinilo a altas dosis de radiación (1000Mrad). Se intenta tener conocimiento sobre lo que ocurre con polímeros de este tipo a altas dosis de radiación en sus efectos de cristalinidad (rayos X) estructura (microscopio

electrónico), su rendimiento radioquímico de formación de gel y de liberación de ácido clorhídrico

Además se estudia la reticulación en plásticos para espumados de polietileno ya que de esta forma los espumados son de poro homogéneo, dan superficies más tersas y mejores propiedades químicas. Se requiere saber en este punto cual es el efecto de la radiación en la reticulación con los agentes agregados en el proceso de espumado. Se ha efectuado la reticulación bajo presión en atmósfera de aire, vacío y nitrógeno y estudiado mecanismos de reticulación,  $G_d$ ,  $G_r$  (rendimientos radioquímicos de degradación, reticulación y dosis de iniciación de gel) del PVC, PS, PE, y PVOH.

Está en proceso el estudio por EPR de los radicales formados y de su estructura a altas dosis de radiación. También se está estudiando el efecto de la radiación cuando se encuentran presentes aditivos como: antioxidantes, plastificantes y agentes reticulantes en PVS y PP. Además se estudió el "efecto de memoria" para la formación de materiales termoretractables en PE.

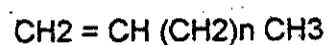
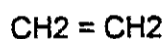
## Anexo 19.- Fundamentos del Polietileno

## FUNDAMENTOS DEL POLIETILENO

Desde el descubrimiento en 1941 del polietileno de baja densidad, a través de su primera producción en 1957 del polietileno de alta densidad por un proceso de baja presión, el polietileno se ha convertido en una diversa familia de materiales para embalaje, aislamiento de cable y alambres, tuberías, y otras aplicaciones. Cada aplicación demanda una ingeniería de polímero dedicada para obtener el balance de propiedades requeridas. La ingeniería de materiales para embalaje son para uso temporal. Aquellos para aislamiento tienen altas propiedades dieléctricas. Sistemas de tuberías requieren performance de largo período y resistencia en fallas bajo esfuerzos. Mientras que pruebas de las propiedades en cortos períodos pueden ser usadas para identificar materiales, es la performance en largos períodos bajo esfuerzo que determina la conveniencia de aplicaciones de la ingeniería para tuberías de polietileno.

### POLIMERIZACION

Para un alto grado, la estructura molecular del polietileno determina su conveniencia como un material para tuberías. Polietileno es hecho por la polimerización de monómero de etileno, generalmente con la adición de otros co-monómeros de alfa olefina tales como el propileno, butano, hexano, etc.



Para aplicaciones de tuberías, el polietileno es hecho de la combinación de miles de estas unidades monoméricas.

Ver Figura 1. Distribución de la molécula de Pe

Si el monómero de etileno fuera usado exclusivamente se desarrollaría un humo polímero muy lineal. Sin embargo, tan grande como alfaolefinas son introducidos, la cadena se alargara por su inclusión y una cadena corta o de lado ramificada es introducida en la cadena del polímero. Sin embargo el total del polietileno es aún considerado lineal.



Ver figura 1.

El proceso de reacción de polimerización utiliza sofisticados pares de catalizadores / co-catalizadores para iniciar y propagar la reacción de polimerización. Diferentes fabricantes utilizan tecnología de catalizadores propias para controlar el proceso del polímero. Ingeniería de fabricación de polímeros para varios fines usa catalizador y combinaciones de unidades de monómeros y co-monómeros. La clave de control de procesos de polimerización son la densidad y el peso molecular como indicado por incrementos en el flujo de fundición a condiciones severas.

### CARACTERISTICAS FUNDAMENTALES DEL POLIETILENO

Hay tres características fundamentales del polietileno que proveen indicaciones generales de propiedades de la resina: Cristalinidad o densidad, peso molecular y distribución del peso molecular. La tabla III muestra las influencias generales de estas características fundamentales sobre las propiedades físicas. Note que hay interacciones y intercambios con otras propiedades.

Cristalinidad: En la fase sólida, el polietileno es caracterizado como un polímero semicristalino, que tiene regiones amorfas y cristalinas. Cuando el polímero es enfriado desde la fase de fundición, la cristalización se extiende desde el núcleo hacia un radio complejo de agregación de cristales esferoidales. Durante el enfriamiento en la fundición la cristalización ordenada de el polímero resultará en una cadena de molécula doblada en planos paralelos a la superficie desarrollada. Cuando una rama de cadena de lado es alcanzada, puede ser acomodada dentro del doblado o puede desbaratar el proceso del doblado y terminar en los alrededores de la región amorfa la estructura cristalina o puede cruzar a otra estructura cristalina.

La extensión de la cristalinidad o densidad depende del proceso de enfriamiento. Rápidamente los materiales apagados tendrán baja densidad, así como cristales tendrían menos tiempo para crecer. Materiales de enfriamiento lento tendrán alta densidad, como la

cristalización será mas completa. Así bién, materiales pesados tendrán baja densidad así como la ramificación tendrá que detener el proceso de cristalización. Existosas densidades medias y altas de la resina de la tubería de polietileno estan usualmente caracterizadas con promedios de densidad de resinas bases desde 0.937 g/cm<sup>3</sup> hasta 0.950 g/cm<sup>3</sup>. Rangos de densidad media hasta 0.940 g/cm<sup>3</sup> y alta densidad desde 0.941 g/cm<sup>3</sup> y más.

En algunos casos carbon negro es conformado en el material para prevenir degradación ultravioleta. Un 2% a 3% de nivel de carbon negro en el material incrementa la densidad total del material por 0.0044 g/cm<sup>3</sup> por % carbon.

Esto no refleja un incremento en la cristalinidad, si no justamente hace mas alta la densidad de el carbon negro por si solo. Los Colores pueden también incrementar la densidad total del material. Características de las propiedades físicas son determinadas por la densidad de la base o la resina no pigmentada. La densidad es usualmente medida por una columna de gradiente de densidad en concordancia con ASTM D 1505.

Peso Molecular: El número de unidades de monómeros y co-monómeros unidos en la cadena molecular del polietileno determina su peso molecular. Por ejemplo, la "mer" unidad de etileno, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, tiene un peso molecular de 28. Para un peso molecular promedio de 280,000 debe haber 100,000 mer's de etileno en la cadena molecular.

Metodos analíticos para determinar el peso molecular incluyen la viscosidad de la solución, el tamaño cromato gráfico de exclusión (SEC) o la permeación cromotográfica del fel (GPC). Este procedimiento sofisticado se somete a una muestra de resina que esta disuelta en el solvente a través de una serie de columnas para analizar el peso molecular.

Ver Tabla III: Relación entre características fundamentales del polietileno y propiedades del material.

Un menor indicador sofisticado del peso molecular es la ASTM D 1238 un método para determinar el incremento del flujo de fundición de un polímero por un definido grupo de condiciones de temperatura y presión. La prueba de incremento de flujo de fundición no puede ser determinado con el peso molecular real. Mejor dicho, la prueba es comparada con la información de un peso molecular estándar conocido para el mismo material. Si la información comparada es favorable, entonces la muestra probada es profundizada para ser representativa del estándar. ASTM D 1238, prueba de incremento de flujo de fundente para el polietileno son usualmente sometidas a 190° C. Índice de fundición (oficialmente condición E) usa 2.16 Kg de fuerza.

Índice de fundición de alta carga (HLMI, oficialmente condición F) usa 21.6 Kg de fuerza. En otras partes del mundo un índice de fundición usa 5 Kg. de fuerza, otras condiciones de incrementos de flujo de fundición usan 10 a 15 Kg. de fuerza.

Relaciones de las propiedades generales para el peso molecular son presentadas en la tabla III. Muchas propiedades mejoran con el incremento del peso molecular. Debe ser acentuado que la información del incremento del flujo de fundición es justo un indicador, no una medida de peso molecular.

Distribución de Peso Molecular: Durante el proceso de polimerización, moléculas de diferente longitud o peso serán producidos. Habrá siempre alguna no-uniformidad de longitud de molécula. La distribución de peso molecular provee información sobre la variación en la longitud de la molécula de una muestra de polímero. Típicamente, habrá muchas moléculas de una medida en la muestra, y habrá menos números de moléculas que sean de más alto o más bajo peso molecular. Los mismo métodos analíticos usados para determinar el peso molecular son usados para determinar la distribución de peso molecular.

El peso molecular predominante es el peso molecular promedio. Si la mayoría de los pesos moleculares están cercanamente agrupados.

alrededor del promedio, entonces la distribución de peso molecular es angosta. Una mas grande variación de peso molecular produce una amplia distribución de peso molecular. Muchos materiales tienen sesgada o no uniforme distribución, esto es, un peso molecular promedio, pero no igual distribución de pesadas o ligeras moléculas para cada lado del promedio.

La modalidad de una distribución de peso molecular indica que puede haber concentraciones de peso molecular significante en varios puntos a lo largo de la curva de distribución, esto es, la curva puede tener varios picos, menos que justo uno en el promedio. Tales materiales son llamados bi-modales si hay dos picos, o multimodal o polimodal si hay varios picos.

La distribución del peso molecular es altamente dependiente del proceso de polimerización y catálisis usado. Así que es posible tener materiales con el mismo peso molecular y muy diferentes distribuciones debido a la forma en que ellos fueron producidos. A causa de que hay muchos procesos de fabricación de resinas y catálisis usados hoy, la información del incremento de flujo de fundición no es realmente un indicador para comparar materiales fabricados usando diferentes procesos. Considerar que para 2 polietilenos de alta densidad con el mismo peso molecular promedio, uno puede tener 8 a 10 veces el índice de fundición de el otro debido a una mas amplia distribución de peso molecular.

Refiniendonos de nuevo a la tabla III, muchas propiedades son insensitivas a cambios en la distribución del peso molecular. Notar sin embargo, que la resistencia a la rotura por esfuerzo y el impacto a la baja temperatura, mejoran con la amplia distribución, mientras que, la fuerza de impacto es reducida.

Las siguientes figuras (Fig. 2 y Fig. 3) ilustran graficamente algunas interrelaciones de las propiedades físicas. Para todas las figuras, la densidad es aquella de la resina no pigmentada la cual para media y alta densidad el rango del material de las tuberías es de 0.936 gr/cm<sup>3</sup> a

Table III. Relationships Between Fundamental Polyethylene Characteristics and Material Properties

Material Property	Polyethylene Characteristics		
	Increasing Crystallinity (Density)	Increasing Molecular Weight	Broadening Molecular Weight Distribution
Stiffness	Increases	-	-
Tensile Stress at Yield	Increases	-	-
Tensile Stress at Break	Increases	Increases, then levels off	-
Elongation at Break	Decreases	-	-
Softening Temperature	Increases	Increases	Increases
Impact Strength	Decreases	Increases, then levels off	-
Low Temperature Toughness	Decreases	Increases	Increases
Permeability	Decreases	-	-
Environmental Stress Crack Resistance	Decreases	Increases	Increases
Chemical Resistance	Increases	-	-
Weatherability	-	Increases	-
Melt Flow/Processability	-	Decreases	Increases
Hardness	Increases	-	-

Note: Interrelationships among these characteristics may alter these effects.

0.948 gr/cm<sup>3</sup> tuberías de densidad media. La resina base para tuberías de densidad media tiene densidades en el final alto del rango de densidad media y para alta densidad tiene densidades en el final baja del rango de alta densidad.

Rigidez: Como se muestra en la figura 2, la rigidez esta directamente relacionada e incrementa con el incremento de la densidad.

Figura 2: Rigidez

Figura 3: Resistencia a punto cedente

### ESFUERZO DE TENSION, VISCOSIDAD DE FUSION E IMPACTO

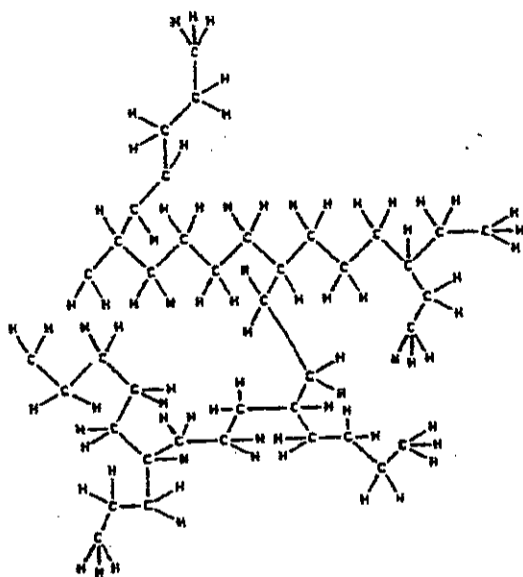
La tensión de resistencia del polietileno es directamente dependiente e incrementa con el incremento de la densidad . Ver figura 3

El incremento del peso molecular también incrementa el esfuerzo de tensión, pero niveles fuera en el rango del peso molecular para materiales de tuberías. Ver figura 4

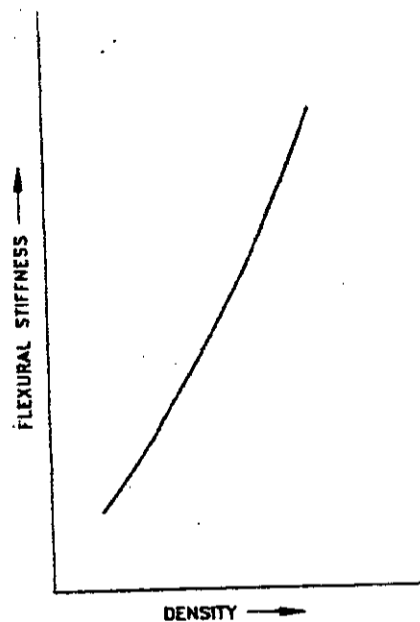
La viscosidad de fusión es directamente inversa a la razón de flujo de fusión, esto es, la viscosidad mas alta rinde una baja razón de flujo. Impacto incrementa luego niveles fuera con el incremento del peso molecular e incrementa con el ensanchamiento de la distribución del peso molecular. Ver figura 4 y 5

El porcentaje de elongación de tensión es sensitivo a la razón de esfuerzo y a la velocidad de tensión de arrastre bajo ASTM D 638, las barras de tensión son usualmente jaladas a 2 pulgadas por minuto. La prueba de anillo de tensión, ASTM D 2290 son realizadas a 1/2 pulgada por minuto.

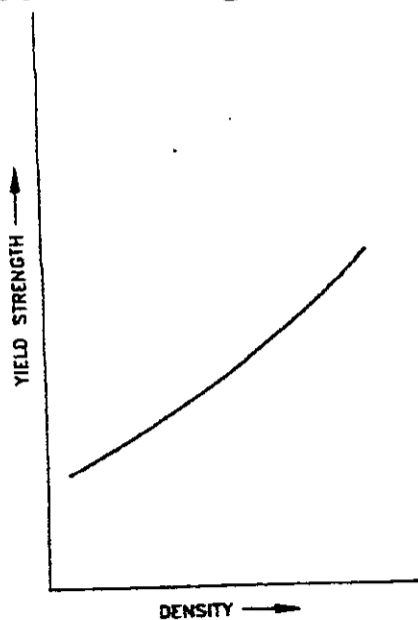
**Figure 1 - Branched PE Molecule**



**Figure 2 - Stiffness**



**Figure 3 - Yield Strength**



**Figure 4 - Relationship of Properties to Molecular Weight**

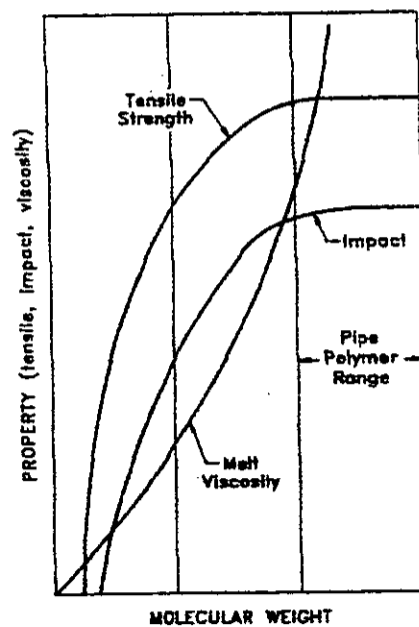


Figure 5 - Impact Strength

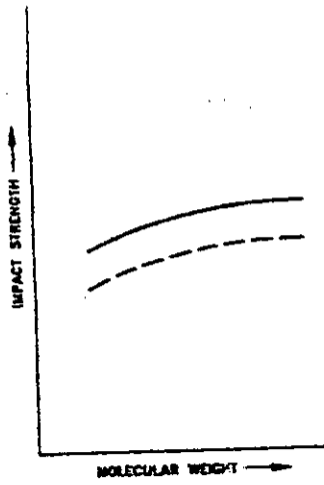


Figure 7 - Environmental Stress Crack Resistance

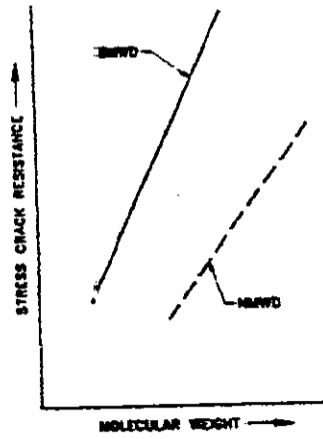


Figure 6 - Tensile Elongation

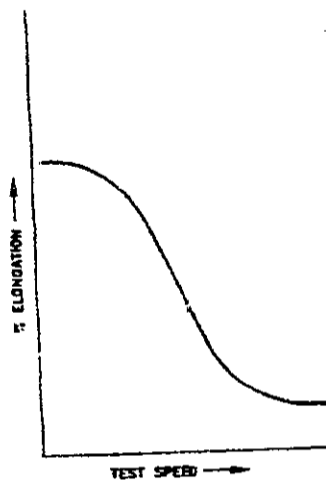
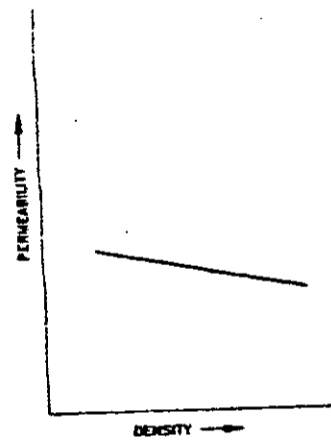


Figure 8 - Permeability





## RESISTENCIA A LA ROTURA POR ESFUERZO AMBIENTAL

Resistencia a la rotura por esfuerzo ambiental decrece con el incremento de la densidad, y mejora como conforme incrementa el peso molecular y el ensanchamiento de la distribución del peso molecular. Ver Figura 7

## PERMEABILIDAD

La permeación o difusión activada de gases o líquidos solventes a través del polietileno es dependiente solamente de la densidad (cristalinidad). La Permeabilidad decrece con el incremento de la densidad para material de tuberías, alta densidad es solo ligeramente menos permeable que la de media densidad. Ver Fig. 8

## DUREZA

La Dureza es probada contra la escala "Shore D" para plásticos usando un penetómetro cargado con resorte. El procedimiento es similar a la prueba de dureza de los metales, aunque los plásticos son mucho más suaves. Ver fig. 9.

## RESINA ESTANDARD ASTM

Hay tres estandares ASTM usados para clasificar e identificar resinas para tuberías de polietileno ASTM D 1248, ASTM D 3350 y la ASTM Código de Designación Standard de material termoplástico. Todos estos estandares son para resinas antes de procesarlas en tuberías o accesorios. El proceso puede afectar las propiedades de la resina, así que es importante asegurar el apropiado proceso, así como también buenos materiales.

### ASTM D 1248 "Especificación estandard para Moldeo y Extrusión de materiales de polietileno"

ASTM D 1248 especifica la resina de polietileno de acuerdo a sus requerimientos físicos por densidad, esfuerzo de tensión, tensión de

Figure 9 - Hardness

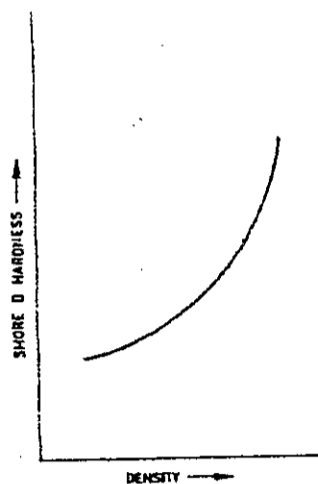


Table IV. ASTM D1248 Resin Type

Type	Nominal Density, g/cm <sup>3</sup>
I - Low	0.910 to 0.925
II - Medium	0.926 to 0.940
III - High	0.941 to 0.959
IV - High	0.960 and higher

elongación, índice de fundición, resistencia a la rotura por esfuerzo ambiental (ESCR), fragilidad, temperatura, color, y aditivos. Estas propiedades son agrupadas en tipo, clase, categoría y grado.

Los grupos de propiedades tienen rangos para la típica propiedad de una resina, sin embargo, estos rangos no son tolerancias de fabricación. Muchos materiales individuales pueden tener valores de propiedades que están fuera de el rango de propiedad del grupo y aun ser clasificado apropiadamente.

Variaciones en la tolerancia de fabricación de lotes individuales no afectan la clasificación total del grupo para un material porque el número promedio de muchos lotes es el valor que determina la clasificación de propiedades del grupo. El estándar no dirige lotes para lotes de valores de tolerancia de una propiedad.

Ver **Tabla IV**

La clase se refiere al color, antioxidantes y estabilizadores ultravioleta añadidos a la base de la resina.

Ver **Tabla V**

La Categoría se refiere al índice de fundición nominal (ASTM D1228, condición 190/2.1E) de la base natural de la resina.

Ver **Tabla VI**

El grado identifica el uso final (E=eléctrico, J=revestimiento, P=tubería, G=propósito general del grado especial, E=grado dieléctrico especial, W=grado especial de resistencia al tiempo), densidad del material (tipo) mínimo esfuerzo a la tensión, elongación, máxima fragilidad a la temperatura y mínimo ESCR (si es requerido).

**Table V. ASTM D1248 Resin Class**

Class	Color, Antioxidant and Additives
A	Natural color only with or without antioxidants or other additives.
B	Colors (including white and black) with or without antioxidants or other additives.
C	Black (weather resistant) containing at least 2% carbon black, with or without antioxidants or other additives.

**Table VI. ASTM D1248 Resin Category**

Category	Nominal Melt Index, g/10 min.
1	> 25
2	> 10 to 25
3	> 1.0 to 10
4	> 0.4 to 1.0
5	0.4 max.

## **PLANOS**

**Plano 1 : Diagrama Pert**

**Plano 2 : Esquema general de secciones de montaje**

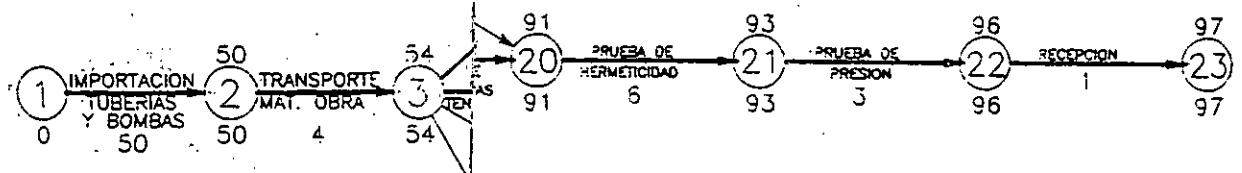
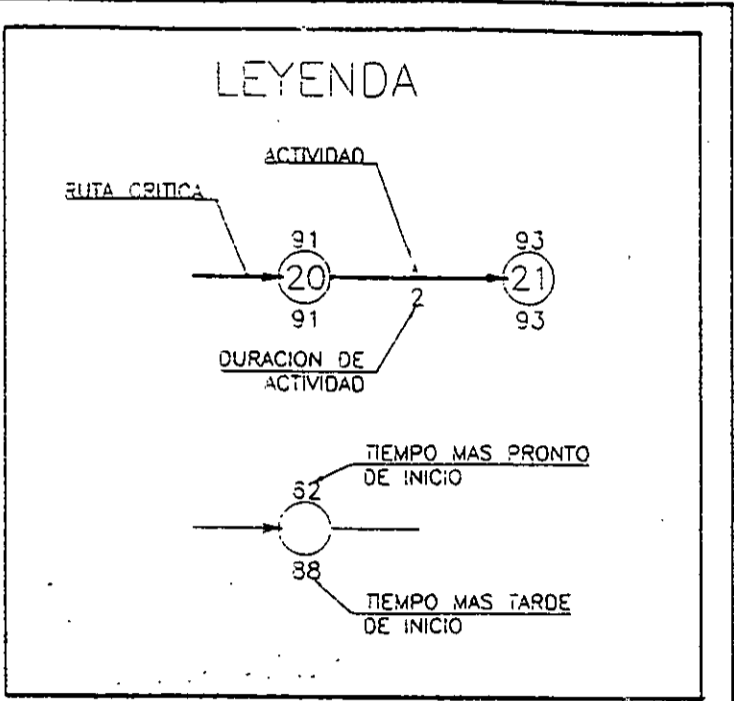
**Plano 3 : Secciones 1, 2 y 3**

**Plano 4 : Secciones 4, 5, 6 y 7**

**Plano 5 : Secciones 8 y 9**

**Plano 6 : Secciones 10, 11 y 12**

**Plano 7 : Secciones 13, 14, 15, 16, 17, 18 y 19**

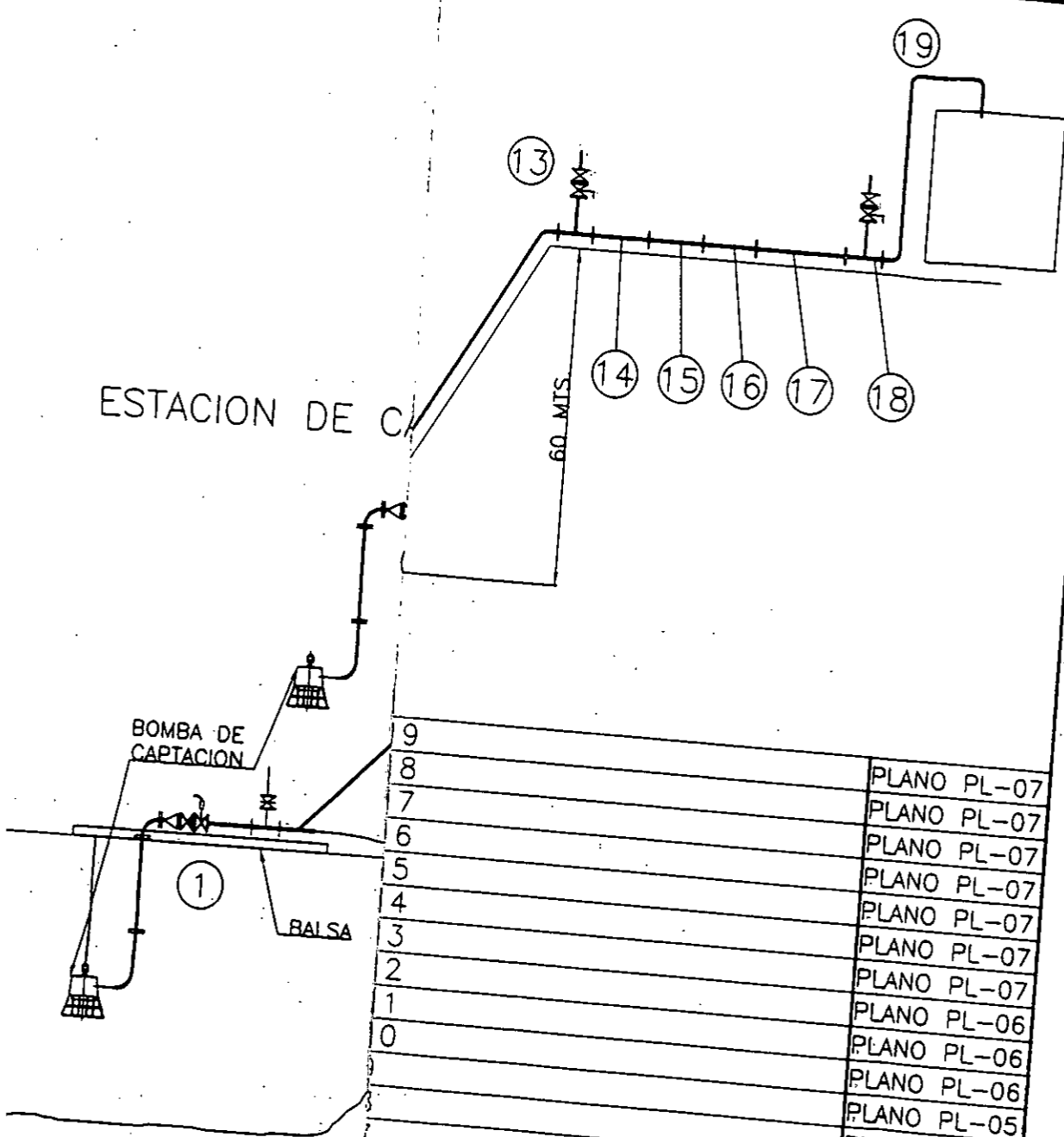


## UNAC

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA-ENERGIA

PROYECTO  
TUBERIAS DE POLIETILENO - TAJO TINTAYA

DIAGRAMA PERT	DEPARTAMENTO : AREQUIPA
ECONIDAS BACA AMES	FECHA : ENERO 1988
ESC: S/E    DISEÑO: L. B. S.    CARPETA:    REVISO:	N° DE PLANO: <h3>PL - 01</h3>



9	
8	PLANO PL-07
7	PLANO PL-07
6	PLANO PL-07
5	PLANO PL-07
4	PLANO PL-07
3	PLANO PL-07
2	PLANO PL-07
1	PLANO PL-06
0	PLANO PL-06
	PLANO PL-06
	PLANO PL-05
	PLANO PL-05
	PLANO PL-04
	PLANO PL-04
	PLANO PL-04
	PLANO PL-04
	PLANO PL-04
	PLANO PL-03
	PLANO PL-03
	PLANO PL-03
	OBSERVS.

SIMBOLOGIA

◁	VALV. COMPUERTA EMBRIDADA
●	VALV. CHECK EMBRIDADA
⌋	VALV. DE BOLA EMBRIDADA
⌈	VALV. DE MARIPOSA
⌌	VALV. DE AIRE
—	REDUCCION

**UNAC**  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA-ENERGIA

**RIAS DE POLIETILENO - TAJO TINTAYA**

**GENERAL DE MONTAJE**

**BACA AMES**

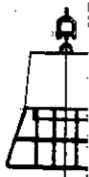
DEPARTAMENTO : AREQUIPA

FECHA : NOVIEMBRE 1998

Nº DE PLANO: **PL - 02**

DISEÑO: L. B. A.    CARPETA:    REVISO:

ES



3/4"φ x 10" C TUERCAS Y ARANDELAS	ACERO INOX.	
φ x 4" C/TUERCA Y ARANDELA DE PRESION	ACERO INOX.	
2"φ X 0.50 M.	ACERO	
E 30' 12" X 1.20 M.	ACERO	
RA 12"φ		
2"φ x 0.5 MT SCH. 40	ACERO	LINEA DE DRENAJE
DE COMPUERTA 12"φ	FE. FUNDIDO	CLASE 150
E 12"φ	ACERO	ANSI 150
12"φ x 12"φ x 12"φ	ACERO	
2"φ x 1 MT SCH. 40	ACERO	
DE MARIPOSA 12"φ		C/ACTUADOR ELECTRICO
CHECK 12"φ		CLASE 150
ON 8"φ - 12"φ	ACERO	ACERO
φ - CUELLO CORTO	ACERO	ANSI 150
90° 8"φ	ACERO	BRIDADO
8" x 2 MTS.	ACERO	
E ACERO CON GRILLETE		
E CAPTACION		MARCA: GORMAN RUPP-250 HP
NOMINACION	MATERIAL	OBSERVS.

2

1

**UNAC**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA-ENERGIA

ERIAS DE POLIETILENO - TAJO TINTAYA

ES 1, 2 Y 3

DEPARTAMENTO : AREQUIPA

FECHA : NOVIEMBRE 1988

S BACA AMES

N° DE PLANO:

DISEÑO: L. B. A.    CARPETA:    REVISO:

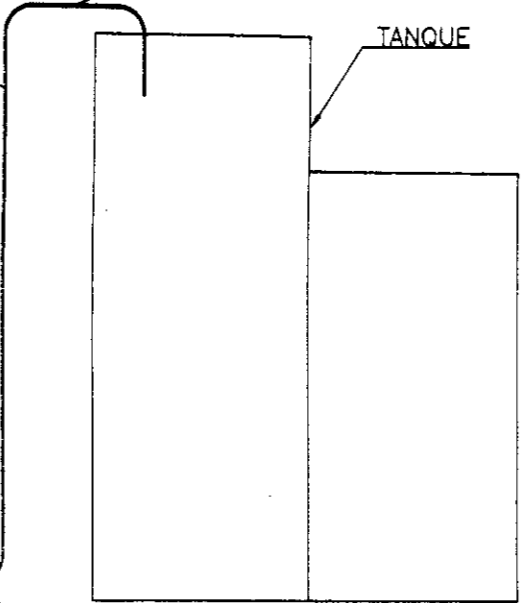
**PL - 03**



10

9

TANQUE



7

SEC

1 2

6" C/TUERCA Y ARANDELA DE PRESION	ACERO INOX.	
4" C/TUERCA Y ARANDELA DE PRESION	ACERO INOX.	
X 3 MTS.	POLIETILENO-HDPE	
X 10 MTS.	POLIETILENO-HDPE	
0" 12"φ	POLIETILENO-HDPE	
X 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	
X 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	
5" 12"φ	POLIETILENO-HDPE	
X 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	
GE 12"φ NOM.	ACERO	ANSI 150
PTER 12"φ	POLIETILENO-HDPE	
MINACION	MATERIAL	OBSERVS.

**UNAC**

CULTAD DE INGENIERIA MECANICA-ENERGIA

RIAS DE POLIETILENO - TAJO TINTAYA

S 4,5,6 y 7

DEPARTAMENTO : AREQUIPA

FECHA : NOVIEMBRE 1996

**BACA AMES**

Nº DE PLANO:

**PL - 04**

DISEÑO: S. A.	CARPETA:	REVISO:
------------------	----------	---------

3" x 3" C/TUERCA Y ARANDELA DE PRESION	ACERO	GRADO 8
DE 18"φ x 1.2 MT.	ACERO-SCH40	
DE 30", 18"φ	ACERO-SCH40	
DE 18"φ x 0.5 MT.	ACERO-SCH40	
A DE COMPUERTA DE 18"φ	FE. FUNDIDO	CLASE 250
DE 18"φ x 1 MT	ACERO-SCH40	LINEA DE DRENAJE
18"φ CUELLO CORTO	ACERO	ANSI 250
" x 18" x 18"φ	ACERO	
DE 18"φ x 2 MTS	ACERO-SCH40	
11" x 12" C/ T Y ARANDELA DE PRESION	ACERO	GRADO 8
A DE MARIPOSA DE 18"φ	CUERPO DE FE. FDO. DISCO DE AC. INOX.	
A CHECK DE 18"φ	FE. FUNDIDO	
ION CONCENTRICA DE 6"φ A 18"φ	ACERO	
A DE COMPUERTA DE 8"φ	FE. FUNDIDO	
1" x 3" C/TUERCA Y ARANDELA DE PRESION	ACERO INOX.	
DE 8"φ x 0.5 MTS	ACERO	
DRESSER 8"φ	EPDM	
DE ESTACION INTERMEDIA		MARCA: VOGEL 400 HP
4"φ	ACERO	ANSI 250
x 6" x 4"φ	ACERO	
A DE BOLA 4"φ	ACERO	EMBRIDADA
A DE ALMO GESTRA 4"φ	ACERO	
5"φ	ACERO	ANSI 250
"φ X 10 MTS.	ACERO-SCH. 40	
"φ X 3 MTS.	ACERO-SCH. 40	
10" 6"φ	ACERO-SCH. 40	
ENOMINACION	MATERIAL	OBSERVS

1

**UNAC**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA-ENERGIA

CTO

BERIAS DE POLIETILENO - TAJO TINTAYA

SECCION ONES 8 y 9

DEPARTAMENTO : AREQUIPA

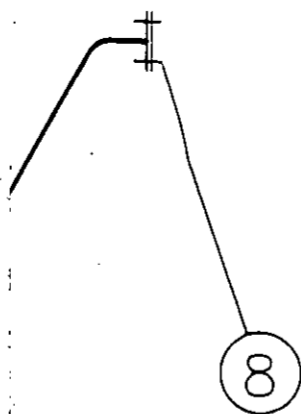
FECHA : NOVIEMBRE 1996

AS BACA AMES

Nº DE PLANO:

PL - 05

DISEÑO: L. B. A.    CARPETA:    REVISO:



SECCION



ø x 8" C/TUERCA Y ARANDELA DE PRESION	ACERO	GRADO 8
18"ø X 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
DE 60' 18"ø	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
18"ø X 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
DE 30' 12"ø	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
18"ø X 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
FLANGE 18"ø NOM.	ACERO	ANSI 250
E ADAPTER 18"ø	POLIETILENO-HDPE	
DENOMINACION	MATERIAL	OBSERVS

**UNAC**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA-ENERGIA

ECTO

BERIAS DE POLIETILENO - TAJO TINTAYA

ES 10, 11, Y 12

DEPARTAMENTO : AREQUIPA

FECHA : NOVIEMBRE 1992

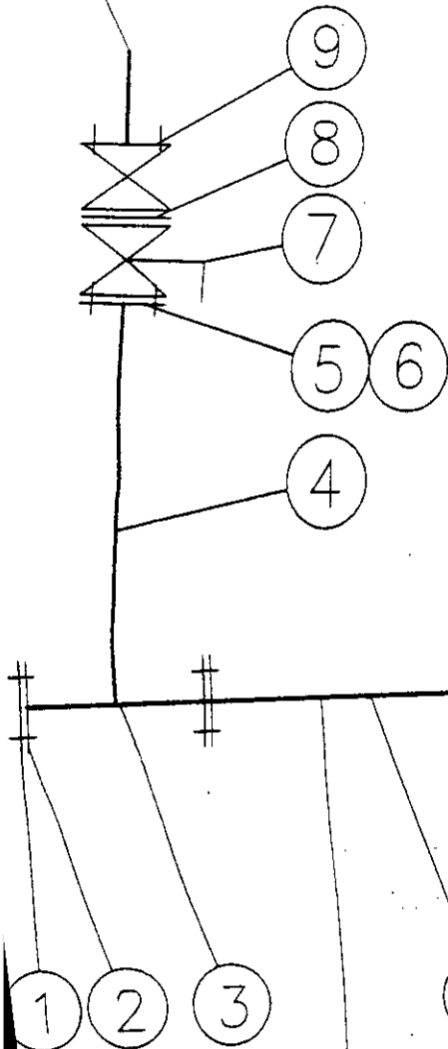
AS BACA AMES

Nº DE PLANO:

PL - 06

DISENO: L. B. A.	CARPETA:	REVISO:
---------------------	----------	---------

# SECCION 13



C/TUERCA Y ARANDELA DE PRESION	ACERO	GRADO 8
3" C/TUERCA Y ARANDELA DE PRESION	ACERO	GRADO 8
X 3 MTS.	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
X 10 MTS.	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
30' 18"Ø	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
X 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
X 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
x 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
X 12 MTS.	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
E AIRE 4"Ø		
UELLO LARGO-ROSCA EXTERIOR	ACERO	ANSI 150
E BOLA 4"Ø		CLASE 150
APTER 4"Ø	POLIETILENO-HDPE	SDR 13.5
IGE 4"Ø	ACERO	ANSI 150
1"Ø x 1.5 MT.	POLIETILENO-HDPE	SDR 13.5
18 " x 4"	POLIETILENO-HDPE	SDR 7.3
IGE 18"Ø NOM.	ACERO	ANSI 150
APTER 18"Ø Ø	POLIETILENO-HDPE	
IONINACION	MATERIAL	OBSERVS.

# SECCION 14

**UNAC**

ACULTAD DE INGENIERIA MECANICA-ENERGIA

SECCIONES DE POLIETILENO - TAJO TINTAYA

15, 16, 17, 18 Y 19		DEPARTAMENTO : AREQUIPA
		FECHA : NOVIEMBRE 1988
BACA AMES		Nº DE PLANO: PL - 07
SEÑO: L. B. A.	CARPETA:	REVISO: