



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la**  
**Producción**

**" DISEÑO E INSTALACION DE RED DE AGUA HELADA PARA**  
**LINEAS DE PRODUCCION DE TUBOS PVC DE PARED**  
**ESTRUCTURADA"**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

Examen Complexivo

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO MECÁNICO**

Presentado por:

Modesto Melchor Criollo Pallazhco

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016



## AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme vivir y culminar una etapa más en mi vida profesional, a mi padre y mi madre que hicieron un inmenso esfuerzo para darme educación y me apoyaron en este proyecto personal.

A mi hermano Elías, por trazar el camino hacia mi carrera profesional, por su confianza, por su esfuerzo.

A mis hermanos Azucena, Alejandrino y Esthela, por su apoyo y comprensión por ese vínculo familiar que nos tiene siempre unidos.

A mi tutor Mario Patiño y amigos que de una u otra manera colaboraron con la realización de este TFG.

# DEDICATORIA

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI FAMILIA

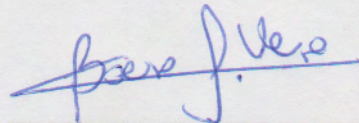
A MIS AMIGOS

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



---

Ing. Mario Patiño A.  
DIRECTOR TFG



---

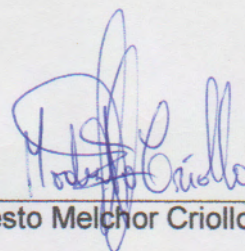
Ing. Andrea Boero  
VOCAL



## DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de examen complejo me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



Modesto Melchor Criollo Pallazhco

## **RESUMEN**

Este Trabajo Final de Graduación documenta el proceso de Diseño e Instalación de una Red de Agua Helada para Líneas de Producción de Tubos PVC de Pared Estructurada. Este proyecto nace como una necesidad de independizar el suministro de agua helada a las líneas de producción de tubos de pared estructurada del resto de líneas de producción, por ser un proceso en donde el agua no entra en contacto directo con el producto a enfriar, no hay contaminación.

Se realizó un levantamiento de información de los componentes de las líneas de producción que son alimentados con agua helada y donde ésta no entra en contacto con el producto a enfriar, su ubicación, el caudal que demandan, la temperatura del agua y la presión de trabajo, luego se analizó la información, se hicieron cálculos usando conceptos ingenieriles de termo fluidos, se aplicaron normas técnicas nacionales e internacionales, para el diseño de la red, selección de bombas, selección del sistema de enfriamiento, aislante térmico entre otros detalles para el logro del objetivo.

Con la nueva red, se eliminaron tiempos de para por suciedad del agua. Se hacen recomendaciones para el buen funcionamiento de la red.

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE PLANOS	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. PROCESO DE EXTRUSION PARA TUBOS DE PARED ESTRUCTURADA DE PVC	2
1.1. Propiedades de la materia prima	2
1.2. Componentes de una línea de extrusión de tubos de pared estructurada de PVC	4
1.3. Proceso de extrusión de tubos de pared estructurada de PVC	5
1.4. Componentes de la línea de extrusión a ser alimentados de forma independiente con la nueva red de agua helada	7
CAPÍTULO 2	
2. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE AGUA HELADA	8
2.1. Ubicación de las líneas de producción	8
2.2. Selección del área de estación de bombeo y chiller	9

2.3. Diseño isométrico de la red de tuberías	10
2.4. Determinación de presión y caudal requeridos	10
2.5. Dimensionamiento de tuberías y accesorios	11
2.6. Cálculo de la potencia hidráulica requerida	11
2.7. Selección de bombas para red de agua helada	14
2.8. Listado de materiales para red de agua helada	17
CAPÍTULO 3	
3. DEMANDA CALORIFICA	18
3.1. Cálculo de la carga térmica	18
3.2. Selección del chiller	19
3.3. Selección de bombas para el chiller	21
3.4. Listado de materiales para red de agua chiller	26
3.5. Cálculo y selección del aislante térmico de las tuberías	27
CAPÍTULO 4	
4. IMPLEMENTACION DE LA NUEVA RED DE AGUA HELADA	30
4.1. Presupuesto de implementación	30
4.2. Cronograma general de instalación y montaje	31
4.3. Instalación y montaje	32
CAPÍTULO 5	
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
PVC	Poli Cloruro de Vinilo
HCL	Cloruro de Hidrógeno
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ODP	Open Drip Proof
EVA	Etileno Vinil Acetato
Fig.	Figura

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Degradación de PVC	2
Figura 1.2 Hot mixing of a PVC	3
Figura 1.3 Extrusora, molde o matriz y equipo de corrugar	4
Figura 1.4 Zonas características de una extrusora	5
Figura 1.5 Molde para tubo de PVC	6
Figura 1.6 Equipo de corrugar para tubo de PVC	6
Figura 1.7 Sierra y máquina de acampanado para tubo PVC	7
Figura 1.8 Bancada superior e inferior, bloques de molde, mandril	7
Figura 2.1 Ubicación de líneas de extrusión a ser intervenidas	8
Figura 2.2 Área de estación de bombeo y chiller	10
Figura 2.3 Bomba para la red de agua helada	15
Figura 2.4 Datos de placa del motor	15
Figura 2.5 Datos de placa de la bomba	16
Figura 2.6 Curva de desempeño de la bomba seleccionada	16
Figura 3.1 Datos de placa chiller de 80 toneladas de refrigeración	20
Figura 3.2 Chiller de 80 toneladas de refrigeración	20
Figura 3.3 Bomba para la red de agua del chiller de 80 toneladas de refrigeración	23
Figura 3.4 Datos de placa del motor de la red de agua del chiller	24
Figura 3.5 Datos de placa de la bomba de la red de agua del chiller	24



Figura 3.6 Curva de desempeño de la bomba seleccionada	25
Figura 4.1 Estación de bombeo	32
Figura 4.2 Chiller y tanques cónicos de 1000l	32
Figura 4.3 Red de agua helada, vista aérea de la estación de bombeo	32
Figura 4.4 Red de agua helada, llegada y retorno de línea de producción	
EXT-21	33
Figura 4.5 Red de agua helada, llegada y retorno de línea de producción	
EXT-11	33
Figura 4.6 Red de agua helada, llegada y retorno de línea de producción	
XT-35	33

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 1 Datos suministrados por el fabricante de la máquina	10
TABLA 2 Pérdidas por fricción en tuberías	13
TABLA 3 Pérdidas por fricción en accesorios	14
TABLA 4 Listado de materiales red de agua helada	17
TABLA 5 Considerando flujo másico de material PVC	18
TABLA 6 Considerando caudal de agua	19
TABLA 7 Pérdidas por fricción en tuberías	22
TABLA 8 Pérdidas por fricción en accesorios	22
TABLA 9 Listado de materiales red de agua chiller de 80 toneladas de refrigeración	26
TABLA 10 Espesor de aislante EVA	28
TABLA 11 Presupuesto de implementación	30
TABLA 12 Cronograma general de instalación y montaje	31

## ÍNDICE DE PLANOS

	ANEXO
Plano No. 1 Isométrico red de tuberías	2
Plano No. 2 Red de tuberías de agua helada, ida y retorno	2
Plano No. 3 Red de tuberías de agua helada hacia las líneas de producción de pared estructurada	2
Plano No. 4 Red de tuberías de agua helada desde líneas de producción de pared estructurada hasta estación de bombeo	2
Plano No. 5 Red de tuberías para el chiller de 80 toneladas de refrigeración	2

# INTRODUCCION

El presente análisis, desarrollo e implementación, se ejecutó con el propósito de aportar mi experiencia y conocimientos adquiridos en la ESPOL y trabajo en la solución de un problema puntual por contaminación de agua.

Conocido el problema y conociendo el proceso de producción de tubos de pared estructurada, se decidió plantear una solución a la empresa. Luego de realizar cálculos de ingeniería y sabiendo que gran parte del material a utilizarse estaba a disposición, se concluyó que la solución era viable y se lo planteó a la gerencia de producción, donde hubo acogida.

Se describen en este “Trabajo Final de Graduación” todos los pasos seguidos para el logro del objetivo, que fue eliminar los tiempos de para imprevistos por taponamiento de pequeñas cavidades, debido a la contaminación del agua. Con una red de suministro independiente, donde el agua circula en un circuito cerrado, se eliminan los riesgos de contaminación.

# CAPITULO 1

## 1. PROCESO DE EXTRUSIÓN PARA TUBOS DE PARED ESTRUCTURADA DE PVC

### 1.1. Propiedades de la materia prima

El Poli Cloruro de Vinilo (PVC) puro no se puede procesar. Esto es debido a la inestabilidad térmica de las moléculas de PVC. A elevadas temperaturas, una molécula de PVC puede romperse y formar una molécula cloruro de hidrógeno (HCl). Esta molécula HCl inicia otra molécula HCl y así sucesivamente, provocando una reacción en cadena, iniciando la degradación del PVC. El PVC inicialmente se vuelve amarillo llegando eventualmente a tener una coloración negra, deteriorándose durante este proceso sus propiedades mecánicas.

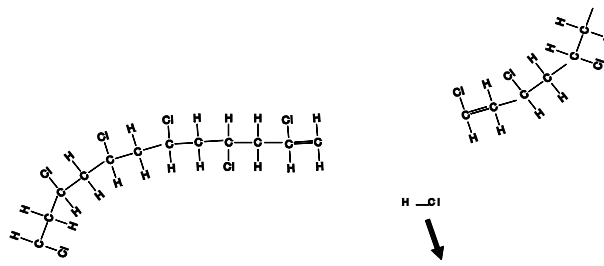


Fig. 1.1: Degradación de PVC.

Ante esta situación, el PVC necesita de los siguientes aditivos para ser procesado: estabilizadores térmicos, lubricantes, ayudas de proceso, modificadoras de impacto, colorantes y retardadores de fuego.

Todos los aditivos se añaden al PVC en un Hot Mixer (mezclador caliente). Durante el proceso de mezcla, la temperatura se aumenta a aproximadamente 110°C. Se añaden los aditivos de forma sucesiva, unos se funden, formando una piel en los granos de PVC para que los otros aditivos se peguen. A continuación, el compuesto se enfría a 45°C en un Cold Mixer (mezclador en frío), luego se descarga el compuesto y está listo para la extrusión.

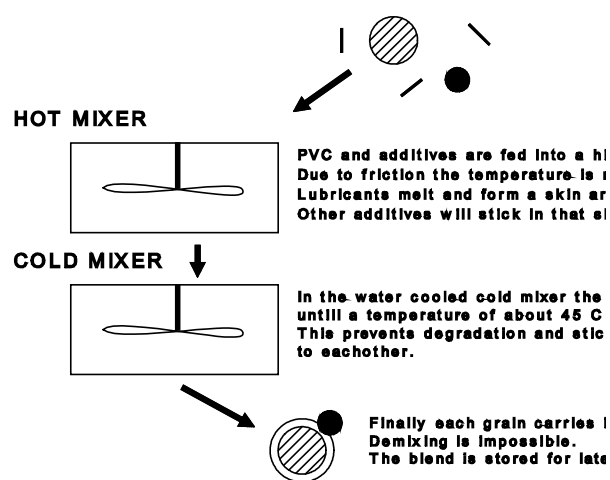


Fig. 1.2: Hot mixing of a PVC compound.

Los factores a controlar en la materia prima de PVC, para un proceso homogéneo son:

- Valor "K" (viscosidad del polímero de PVC)
- Densidad aparente
- Tamaño de partícula promedio y distribución del tamaño de partícula
- Volátiles

El PVC más utilizado por la mayoría de productores de tubos es el PVC en suspensión con un valor K entre 65 y 67 obtenido de acuerdo



a la norma ISO 1628-2, ver anexo 1. El PVC con todos sus aditivos necesarios para poderlo procesar, forma el compuesto, en donde el PVC ocupa entre el 85% al 90% del total. Para efectos de cálculos de transferencia de calor, tenemos las siguientes propiedades para el PVC:

$$\text{Calor específico: } 1674.72 \frac{J}{kg K}$$

$$\text{Conductividad térmica: } 0.26 \frac{W}{m K}$$

## 1.2. Componentes de una línea de extrusión de tubos de pared estructurada de PVC

Una línea de producción de tubos de pared estructurada de PVC está compuesta de una extrusora con su tolva de alimentación, molde o matriz, equipo de corrugar, sierra y máquina de acampanado. La línea de extrusión objeto de este proyecto tiene un rendimiento de 600 kg/h y son tres líneas de producción instaladas que se les independizó el suministro de agua helada.

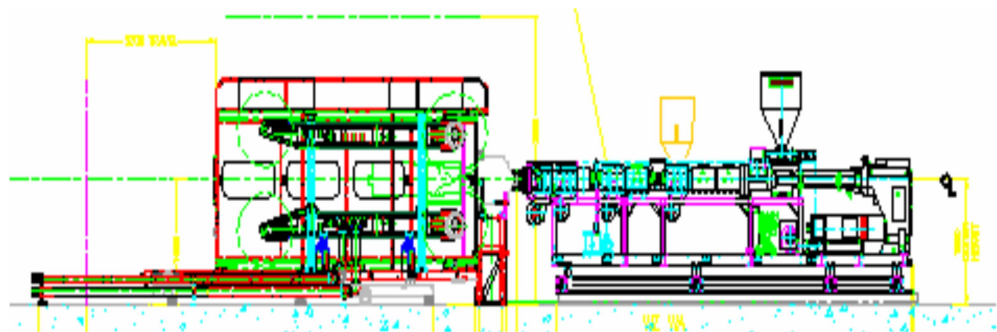


Fig. 1.3: Extrusora, molde o matriz y equipo de corrugar.

### 1.3. Proceso de extrusión de tubos de pared estructurada de PVC

El proceso de extrusión de tubos de pared estructurada de PVC está dividido en cinco etapas.

La primera es donde se funde el material, lo cual se logra en la extrusora, donde del 70% al 80% de la energía para fundir el PVC viene de la fricción que hay entre el compuesto, el husillo y el barril, el restante 20% a 30% de la energía la proveen las resistencias eléctricas. En el husillo o tornillo hay tres zonas, la primera zona es de alimentación donde llega el compuesto, luego se transporta, comprime y precalienta; la segunda zona es la de plastificación o transición donde se funde el compuesto sólido, se transporta y se sigue comprimiendo y la tercera zona es la de dosificación donde se homogeniza el compuesto fundido, se aumenta presión y se equilibra el transporte hacia el molde o matriz.

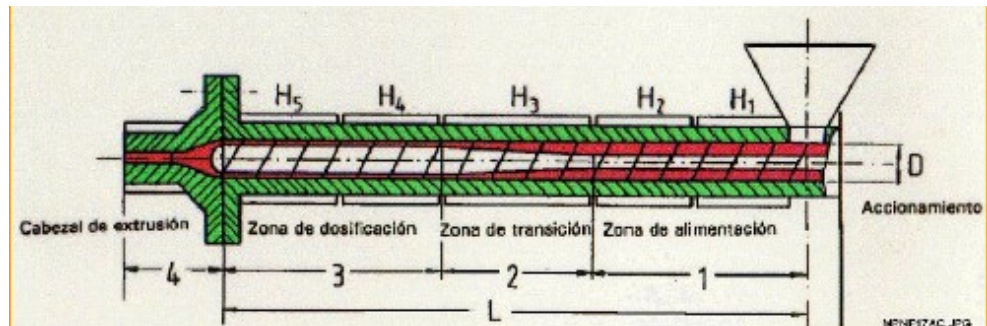


Fig. 1.4: Zonas características de una extrusora.

La segunda etapa se da en el molde, donde el compuesto fundido pasa a tomar una forma anular. Este cambio de forma es muy importante, porque actúa como un tipo de proceso de moldeo (amasado) para el material. El beneficio más importante de esta acción es que el moldeo de PVC "olvida" lo que ha sucedido en el

pasado. A mitad de la matriz del compuesto fundido se corta en ocho o más piezas de las patas de araña. Estas piezas se sueldan entre sí de nuevo en la parte restante de la matriz (mandril). Debido a la compresión en los mandriles de la masa fundida se estira en la dirección axial (extrusión) que resulta en una soldadura acelerada de las piezas. En el mandril se produce la separación de capas, donde una será la capa interna cilíndrica del tubo y la otra será la capa externa corrugada.

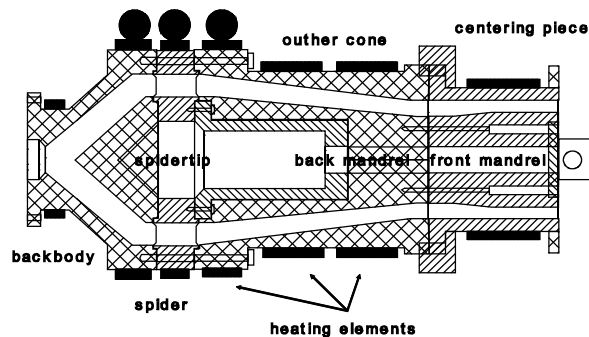


Fig. 1.5: Molde para tubo de PVC.

La tercera etapa se da en el equipo de corrugar, donde están los bloques de moldes con la forma estructurada (corrugada) del tubo, aquí es donde toma la forma definitiva, donde se pegan las capas interna y externa y donde se produce el enfriamiento del tubo de pared estructurada. En esta etapa actúan bombas de vacío que hacen que la capa externa se pegue a los bloques de moldes para que tomen la forma corrugada.

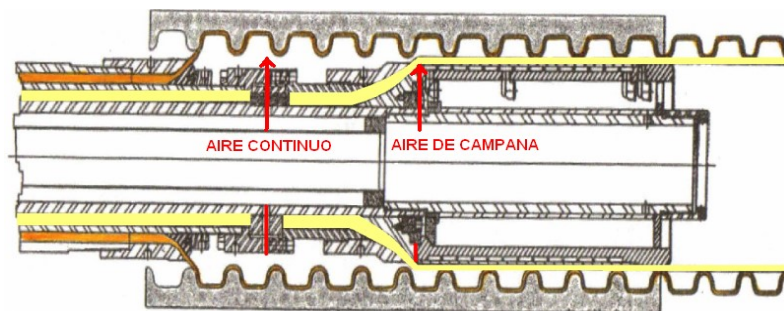


Fig. 1.6: Equipo de corrugar para tubo de PVC.

La cuarta etapa se da en la sierra, donde se corta el tubo a la medida estándar o comercial y la quinta etapa es el acampanado del tubo.

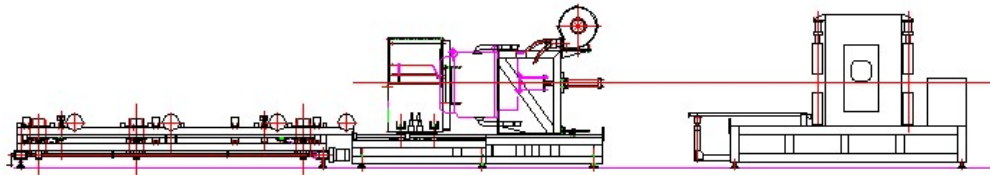


Fig. 1.7: Sierra y máquina de acampanado para tubo de PVC.

#### 1.4. Componentes de la línea de extrusión a ser alimentados de forma independiente con la nueva red de agua helada

Se decide independizar el suministro de agua helada en la segunda y tercera etapa del proceso de extrusión, debido a que en estas etapas hay cavidades muy pequeñas por donde circula el agua y cualquier suciedad puede acumularse con facilidad enviando a parar el proceso en el momento menos esperado. Estas etapas están compuestas por el mandril y equipo de corrugar (bancada superior e inferior, bloques de moldes y los radiadores o serpentines). Por todos estos elementos circula el agua helada.

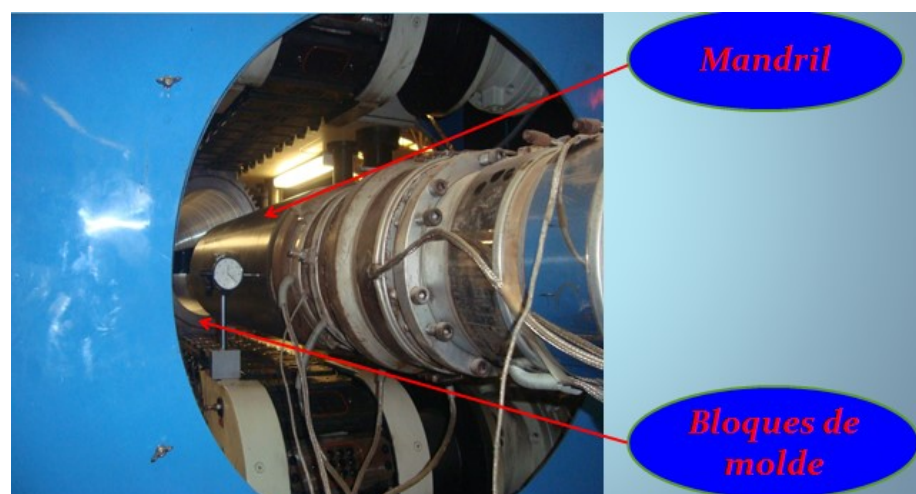


Fig. 1.8: Bancada superior e inferior, bloques de molde, mandril.

# CAPITULO 2

## 2. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE AGUA HELADA

### 2.1. Ubicación de las líneas de producción

Las líneas de producción a ser alimentadas con la nueva red de agua helada son tres, dos de las cuales están juntas y una tercera que está algo más alejada de las dos primeras. En la figura 2.1 se muestra como está la distribución de las líneas EXT-021, EXT-011 y XT-35 a intervenir en la planta de extrusión.

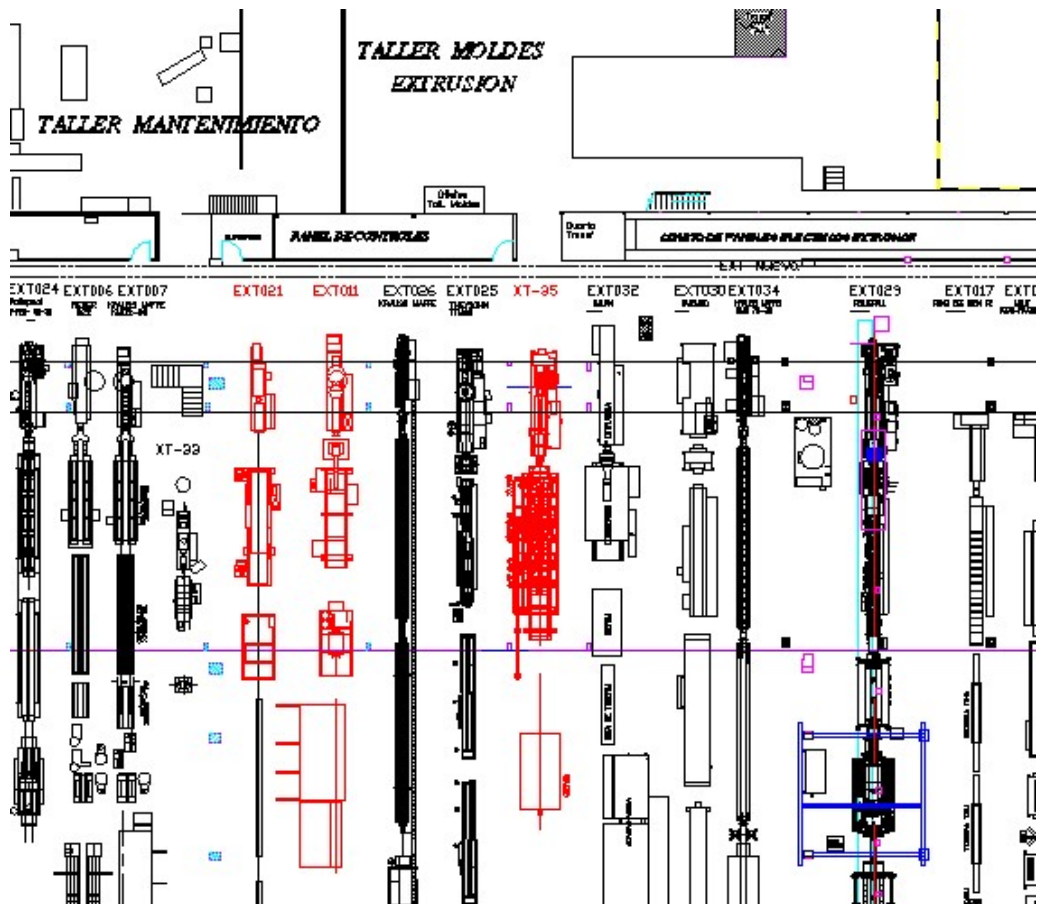


Fig. 2.1: Ubicación de líneas de extrusión a ser intervenidas.

## 2.2. Selección del área de estación de bombeo y chiller

Se mantuvo una reunión con las partes interesadas en este proyecto, donde participan los operadores de máquina, supervisores de planta, superintendente de producción, supervisor de mantenimiento mecánico, supervisor de mantenimiento eléctrico, supervisor del área de equipos auxiliares (líder del proyecto) y superintendente de mantenimiento. Se tuvieron en cuenta cuatro criterios principales para seleccionar el área donde está la estación de bombeo y el chiller:

- Estar cerca de la planta de extrusión
- Estar cerca de las líneas de producción a intervenir para ahorrar en longitud de tuberías, accesorios, capacidad de bombeo.
- La nueva red de agua helada debía ser en su mayoría aérea para no tener que romper pavimento y no parar el resto de líneas de producción y sólo una parte, la más cercana a los equipos a intervenir, enterrada. Con esto se minimiza el impacto económico del nuevo proyecto.
- Fácil acceso para actividades de mantenimiento así como de montaje.

Se revisó los planos generales de la planta y por decisión unánime se escoge el área que está cerca de los talleres eléctrico, mecánico y moldes de extrusión, ver figura 2.2 óvalo resaltado, con un área disponible de 5m x 15m (75m<sup>2</sup>)



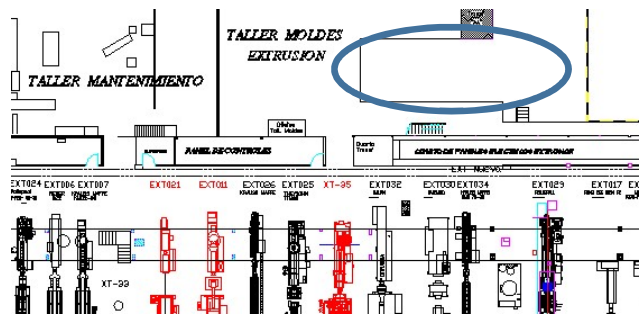


Fig. 2.2: Área de estación de bombeo y chiller.

### 2.3. Diseño isométrico de la red de tuberías

En vista de que estás líneas de producción, ya estaban trabajando pero con problemas de paradas imprevistas por las impurezas del agua y se conocían los puntos y ubicación donde estaban las tomas de agua, se procedió hacer un diseño isométrico de como iría la nueva red de tuberías, quedando aprobado el plano número 1 que se muestra en el anexo 2.

### 2.4. Determinación de presión y caudal requeridos

Para la determinación de la presión y caudal requeridos, se revisa la información técnica de los equipos en los manuales del fabricante, la cual se resume y se muestra en la tabla 1. La información mostrada en la tabla 1 es para una línea de producción.

TABLA 1

DATOS SUMINISTRADOS POR EL FABRICANTE DE LA MAQUINA		
Water cooling required for Corrugator	108	l/min
Water cooling required for Die Tooling	44	l/min
Water inlet temperature	4 to 8	°C
Water temperature rise ( $\Delta T$ )	8	°C
Water Pressure required	60 to 90	psi

## **2.5. Dimensionamiento de tuberías y accesorios**

Uno de los criterios que se tiene para el proyecto, es el económico, razón por la cual se decide usar tubos PVC fabricados por la empresa. Con esta decisión, se revisa el manual técnico de nuestros productos, donde está la información de diámetro de tubería, presión nominal de trabajo, espesor, caudal, pérdidas de carga, velocidad del fluido. Se adjunta dicha información en el anexo 3.

El caudal máximo a transportar para las tres líneas de producción es 456 l/min (120.5 gpm), presión máxima de trabajo es 90 psi. Con estos datos y la información del manual técnico de nuestros productos, se decide que la tubería principal de distribución de agua helada sea de diámetro 90mm, porque cubre el caudal que se desea transportar, con pérdidas de carga bajas y con velocidad de fluido dentro del rango de 1.2m/s a 3.0m/s recomendada en el “Manual U.S. Army Corps of Engineers Liquid Process Piping”, ver anexo 4. La presión nominal del tubo se eligió 1.25MPa (181psi), considerando un factor de seguridad de 2 respecto a la presión máxima de trabajo. Para los ramales de distribución se selecciona tubo de diámetro 63mm y presión nominal de 1.25MPa (181 psi). Cabe indicar que los tubos marca Plastigama tienen sello de calidad INEN y cumplen con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1373:2010.

## **2.6. Cálculo de la potencia hidráulica requerida**

Para el cálculo de la potencia hidráulica requerida hacemos uso de la ecuación de la energía con pérdidas en tuberías y accesorios, con una bomba:

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + h_b = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + h_f + h_{f,accesorios}$$

$P_{1,2}$ : Presión en el punto de partida y de llegada (Pa)

$V_{1,2}$ : Velocidad del fluido en el punto de partida y llegada (m/s)

$Z_{1,2}$ : Altura en el punto de partida y llegada (m)

$h_b$ : Cabezal de la bomba (m)

$h_f$ : Pérdidas por fricción en tuberías (m)

$h_{f,accesorios}$ : Pérdidas menores debida a los accesorios (m)

En nuestro caso, dado que los puntos 1 y 2 están al mismo nivel, a presión atmosférica y la velocidad de variación en los tanques es tan pequeña que la podemos considerar despreciable, nuestra ecuación quedaría de la siguiente forma:

$$h_b = h_f + h_{f,accesorios}$$

A esta ecuación hay que agregarle la presión requerida por el fabricante de la máquina, por lo que la ecuación quedaría de la siguiente manera:

$$h_b = h_f + h_{f,accesorios} + h_{f,fabricante\ máquina}$$

Para el cálculo de  $h_f$  hacemos uso de la ecuación de Hazen – Williams:

$$h_f = 10,674 \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} D^{4,871}} L$$

$h_f$ : Pérdidas por fricción en tuberías (m)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C: coeficiente de rugosidad adimensional. Para PVC, C=150

D: diámetro interno de la tubería (m)

L: longitud de la tubería (m)

Para el cálculo de  $h_{f, \text{accesorios}}$  hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$h_{f, \text{accesorios}} = k_m \frac{V^2}{2g}$$

$h_{f, \text{accesorios}}$ : Pérdidas por fricción en accesorios (m)

$k_m$ : Coeficiente de pérdidas menores en accesorios

V: Velocidad (m<sup>3</sup>/s)

g: Gravedad (m/s<sup>2</sup>)

Con las fórmulas citadas, se hacen los cálculos y los resultados obtenidos se muestran en las tablas 2 y 3.

TABLA 2

TRAMO #	Diámetro Nominal	Diámetro promedio		Espesor		Diametro Interior		Área m <sup>2</sup>	Flujo			Velocidad m/s	Longitud m	$h_f$ m
		mm	m	mm	m	mm	m		m <sup>3</sup> /s	gpm	l/min			
1	90	90,15	0,09015	4,4	0,0044	81,35	0,08135	0,0052	0,0076	120,463	456,0	1,46	33,866	0,786
2	90	90,15	0,09015	4,4	0,0044	81,35	0,08135	0,0052	0,00507	80,298	304,0	0,97	11,45	0,125
3	63	63,15	0,06315	3,1	0,0031	56,95	0,05695	0,00255	0,00253	40,149	152,0	0,99	17,529	0,301
4	63	63,15	0,06315	3,1	0,0031	56,95	0,05695	0,00255	0,00253	40,149	152,0	0,99	13,903	0,238
5	90	90,15	0,09015	4,4	0,0044	81,35	0,08135	0,0052	0,00507	80,298	304,0	0,97	10,55	0,116
6	90	90,15	0,09015	4,4	0,0044	81,35	0,08135	0,0052	0,0076	120,463	456,0	1,46	35,59	0,826
													<b>SUB TOTAL 1</b>	<b>2,393</b>

**TABLA 3**

TRAMO	Diámetro Nominal	CODOS		TEE		UNION		VÁLVULA		VÁLVULA CHEQUE		REDUCCION		JUNTA ELÁSTICA		h <sub>f, acc</sub> (m)
		(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	
1	90	9	0,88	2	0,39	2	0,07	1	1,09	1	0,27	1	0,04	1	1,09	3,84
2	90	4	0,17	1	0,09	1	0,01	1	0,48	0	0,00	0	0,00	0	0	0,76
3	63	3	0,14	0	0,00	0	0,00	1	0,50	0	0,00	1	0,02	0	0	0,66
4	63	3	0,14	0	0,00	0	0,00	1	0,50	1	0,13	1	0,02	0	0	0,79
5	90	0	0,00	1	0,09	1	0,01	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0	0,10
6	90	11	1,08	1	0,20	1	0,03	1	1,09	0	0,00	0	0,00	0	0	2,40
<b>SUB TOTAL 2</b>															<b>8,543</b>	

Obtenidos los valores  $h_f$ ,  $h_{f, accesorios}$ , y la presión requerida por el fabricante de la máquina, donde se va a llevar el agua helada, que es de 90 psi (63,32 m), el cabezal de bomba requerido es igual:

$$h_b = 2,393m + 8,543m + 63,32m = \mathbf{74,256m}$$

El caudal máximo requerido obtenido de la información del fabricante de la máquina es de 456 l/min o lo que es lo mismo  $\mathbf{27,36m^3/h}$

### 2.7. Selección de bombas para red de agua helada

La empresa tiene como política tener una bomba trabajando y otra de respaldo, por lo que se adquieren dos bombas de iguales características.

Se definieron las siguientes características mínimas que deben cumplir las bombas:

- Voltaje: 230 / 460 V
- Frecuencia: 60 Hz

- Fases: 3 fases
- Motor tipo: ODP
- Cabezal de bomba: 74,256m (243,6ft)
- Caudal: 27,36m<sup>3</sup>/h (120,46gpm)

Con esta información, se procedió a llamar concurso a los distintos proveedores calificados que tiene la empresa.

La bomba fue adquirida a proveedor Maquinarias Henriques a un valor de 1,980.00 USD + IVA cada una. Se adjunta datos de placa del motor y de la bomba en las siguientes figuras:



Fig. 2.3: Bomba para la red de agua helada.

BALDOR • RELIANCE		INDUSTRIAL MOTOR	
CAT. NO.	JMM3314T		
SPEC.	37F696Y510H1		
HP	15		
VOLTS	208-230/460		
AMPS	37-35/17.5		
R.P.M.	3450		
FRAME	215JM	HZ 60	PH 3
SER. F.	1.15	CODE H	DES B CLASS B
NEMA NOM. EFF.	89.5	%	P.F. 90
RATING	40C AMB-CONT		
CC	010A	USABLE AT 208V	37 A
BEARINGS	DE 6309	ODE 6206	
ENCL.	OPSB	SN F1112191495	
BALDOR ELECTRIC CO. FT. SMITH, AR. MFG. IN U.S.A. MP1225A			

Fig. 2.4: Datos de placa del motor.

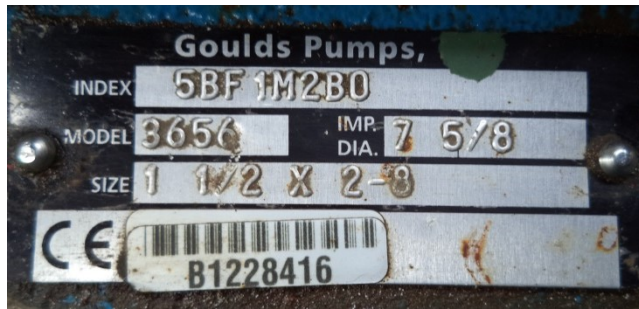


Fig. 2.5: Datos de placa de la bomba.

**Performance Curves – 60 Hz, 3500 RPM**  
**Curvas de desempeño – 60 Hz, 3500 RPM**

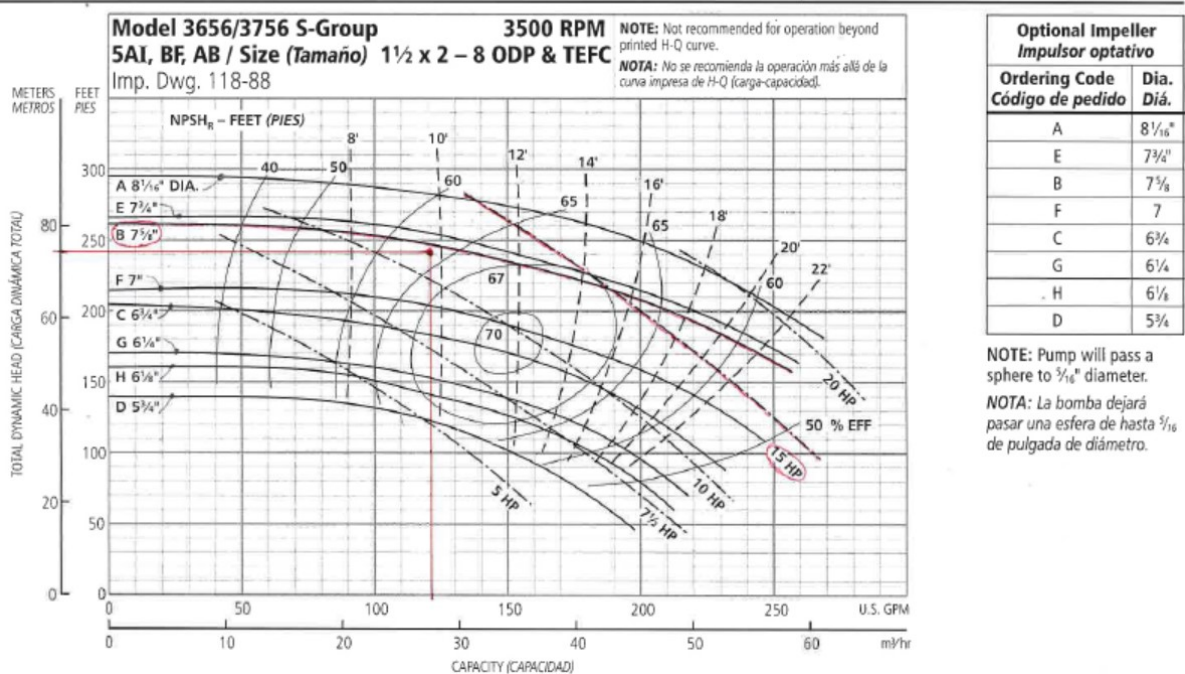


Fig. 2.6: Curva de desempeño de la bomba seleccionada.

De la curva de desempeño de la bomba, para 27,36 m<sup>3</sup>/h y carga dinámica total de 74,256 m se obtiene el punto de operación. De aquí obtenemos el diámetro del impulsor que sería de 7 5/8", la potencia al freno aproximado sería de 11,3 HP. Asumiendo una eficiencia del motor de 90%, podemos obtener la potencia del motor eléctrico de acuerdo a la siguiente fórmula:



$$W_{el\acute{e}ct} = \frac{W_{freno}}{\eta_{motor}}$$

La potencia del motor sería igual a 12,6 HP, por lo que el motor ofertado por Maquinarias Henriques debe tener una potencia igual o superior a este valor, en este caso, la potencia del motor es de 15 HP, como lo muestra la figura 2.4. En el anexo 5 consta el punto de operación en una gráfica más ampliada.

## 2.8. Listado de materiales para red de agua helada

Con el diseño isométrico de la tubería, los cálculos de diámetro y pérdidas por tuberías y accesorios y con los datos de la bomba, se procedió a elaborar el listado de materiales, que se muestra en la tabla 4

TABLA 4

LISTADO DE MATERIALES RED DE AGUA HELADA						
ITEM	CANT	UND / MEDIDA	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)	PRODUCTO	
					DESCRIPCION	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
1	17	UN	44,63	758,71	TUB u-PVC EC 90mm X 6m 1,25MPa(181psi)	UNION POR CEMENTADO SOLVENTE (ESPIGO Y CAMPANA) Norma Técnica de Referencia: NTE INEN 1373
2	12	UN	23,10	277,20	TUB u-PVC EC 63mm X 6m 1,25MPa(181psi)	
3	28	UN	4,90	137,20	CODO PVC INY EC 90mm X 90° PN10 PG	
4	20	UN	1,56	31,20	CODO PVC INY EC 63mm X 90° PG	
5	5	UN	5,05	25,25	TEE PVC INY EC 90mm PN10 PG	
6	2	UN	2,05	4,10	TEE PVC INY EC 63mm PG	
7	5	UN	2,01	10,05	UNION PVC TERMOFORMADA CC EC 90mm	
8	2	UN	8,36	16,72	BRIDA COMPACTA PVC INY EC 90mm PN 10 PG	
9	3	UN	50,08	150,24	VALV BOLA 1 PVC INY EC CC 90mm 1 UNIV.	
10	10	UN	14,57	145,70	VALV BOLA 1 PVC INY EC CC 63mm 1 UNIV.	
11	1	UN	185,00	185,00	VÁLVULA CHECK SOLDABLE E/C 90mm	
12	3	UN	51,85	155,55	VÁLVULA CHECK SOLDABLE E/C 63mm	
13	7	UN	6,10	42,70	RED 1 PVC INY LARGO EC 90 A 75/63mm	Norma Técnica de Referencia: ISO 4422-3
14	1	UN	60,80	60,80	UNIÓN DE GOMA ANTIVIBRACIÓN CON BRIDA METÁLICA 90mm	Norma Técnica de Referencia: ASTM D 2564-04
15	2	UN	15,05	30,10	SOLDADURA P/TUB PVC POLIPEGA 946cc	
16	2	UN	8,68	17,36	ACONDICIONADOR P/SOLD TUB POLI-LIMPIA 1.000cc	
<b>TOTAL</b>				<b>2047,88</b>	<b>USD</b>	



# CAPITULO 3

## 3. DEMANDA CALORIFICA

### 3.1. Cálculo de la carga térmica

Para el cálculo de la carga térmica se realizan dos cálculos. Uno considerando el flujo másico del material PVC, es decir, el rendimiento que tiene cada línea de producción de tubos de pared estructurada y el segundo cálculo considera el caudal de agua de enfriamiento. Para dicho efecto se aplica la siguiente fórmula:

$$Q = \dot{m}C_p\Delta T$$

Los resultados de estos cálculos se muestran en las tablas 5 y 6.

**TABLA 5**

CONSIDERANDO FLUJO MASICO DE MATERIAL PVC				
Flujo másico (tres líneas de producción)	$\dot{m}$	1800	kg/h	$Q = \frac{\dot{m} \times C_p \times \Delta T \times FS}{3600 \times \eta}$
Calor específico del PVC	$C_p$	1674,72	(J/(kg · K))	
Diferencia de temperatura	$\Delta T$	190	K	
Factor de seguridad	FS	1,1	----	
Eficiencia de enfriamiento de equipo de corrugar	$\eta$	0,8	----	
Energía	Q	218760,30	W	
	Q	747105,58	BTU/h	
<b>Toneladas de refrigeración</b>	<b>Q</b>	<b>62,26</b>	<b>TR</b>	

**TABLA 6**

CONSIDERANDO CAUDAL DE AGUA				
Densidad	$\rho$	1000	$\text{kg/m}^3$	$Q = \frac{\rho \times Q \times Cp \times \Delta T \times FS}{3600}$
Caudal	Q	27,36	$\text{m}^3/\text{h}$	
Calor específico del Agua	$Cp$	4198	$(\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K}))$	
Diferencia de temperatura	$\Delta T$	8	K	
Factor de seguridad	FS	1,1	----	
Energía	Q	280762,24	W	
	Q	958853,31	BTU/h	
<b>Toneladas de refrigeración</b>	<b>Q</b>	<b>79,90</b>	<b>TR</b>	

En base a los resultados obtenidos, se eligió el valor mayor, en este caso 79,90 Toneladas de Refrigeración. La diferencia entre los resultados obtenidos en la tabla 5 y la tabla 6, puede ser por la eficiencia asumida de enfriamiento del equipo de corrugar. Dicha eficiencia no se la encontró en los manuales del equipo.

### 3.2. Selección del chiller

La empresa tiene como política interna adquirir chillers marca TRANE, por calidad, servicio técnico oportuno, stock de repuestos. Se definen los siguientes requisitos para la adquisición del chiller:

- Marca: TRANE
- Capacidad: 80 toneladas de refrigeración
- Sistema de enfriamiento: enfriado por aire
- Voltaje: 230 / 460 V
- Frecuencia: 60Hz
- Fases: 3 fases

La empresa tiene un chiller guardado que cumple estos requisitos, que es del año 1997 y que quedó fuera de utilización cuando cerró la planta en Quito en el año 2000. Se decide traer este chiller a la planta de Durán. Los datos de placa del chiller son los siguientes:

- Modelo: RTAA080CYH01A300BN
- Serie: U97F02822

TRANE™ SERIES R		MODEL NUMBER RTAA080CYH01A300BN				SERIAL NUMBER U97F02822	
TYPE OF USE OUTDOOR		RATED VOLTAGE 230/60/3		MIN CKT IMPACTY 319	MAX FUSE OR PACER BKR (LBS) 400	MAX BKR (CANADA) 400	REC DUAL- ELEMENT FUSE
VOLT UTIL RANGE 208-254		VOLT - AC		CTK 1	CTK 2	VOLT - AC	HZ PH VA
CPRSR MOTOR 1	230	50	3	124	230	760	CONTROL CIRCUIT
CPRSR MOTOR 2	30	50	3	124	230	760	EVAP HEATER
CPRSR MOTOR 3			3				REFRIGERANT OIL
CPRSR MOTOR 4			3				TYPE / NUMBER
FAN MOTORS	30	50	3	5	1.0	5.0	CHARGE CKT 1
DESIGN PRESSURES		HIGH SIDE	300	LOW SIDE			CHARGE CKT 2
MIN MND DESIGN PSIG FOR ANY PMT COND							
INSTALLATION, OPERATION, AND MAINTENANCE MANUALS							
FIELD WIRING DIAGRAM				ELECTRICAL DIAGRAMS			
LAYOUT AND SENSORS	P.1			P.4			P.7
COMPONENT LOCATIONS	P.2			P.5			P.8
	P.3			P.6			P.9

Fig. 3.1: Datos de placa chiller de 80 toneladas de refrigeración.



Fig. 3.2: Chiller de 80 toneladas de refrigeración.

### 3.3. Selección de bombas para el chiller

Para la selección de las bombas que envían agua al chiller de 80 toneladas de refrigeración, se consideraron los siguientes datos que constan en el manual del chiller y el diseño isométrico aprobado cuyo plano 1 se muestra en el anexo 2.

- Flujo mínimo en el evaporador: 96gpm (6,1 l/s)
- Flujo máximo en el evaporador: 288gpm (18,2 l/s o 0,0182m<sup>3</sup>/s)
- Diámetro de entrada al evaporador: 4"
- Diámetro de salida del evaporador: 4"
- Presión requerida a flujo máximo: 27.22 ft de columna de agua (8,29 m de columna de agua). Ver anexo 6.

$$h_b = h_f + h_{f,accesorios} + h_{f,chill}$$

$$h_f = 10,674 \frac{Q^{1,852}}{C^{1,852} D^{4,871}} L$$

$$h_{f, accesorios} = k_m \frac{V^2}{2g}$$

Se decide usar tubos PVC fabricados por la empresa. El caudal máximo a transportar en la red de agua del chiller es 18,2 l/s (288gpm). Con estos datos y la información del manual técnico de nuestros productos, se decide que la tubería de agua helada sea de diámetro 110mm porque cubre el caudal que se desea transportar, con pérdidas de carga bajas y con velocidad de fluido dentro del rango de 1.2m/s a 3.0m/s recomendada en el "Manual U.S. Army Corps of Engineers Liquid Process Piping", ver anexo 4. La presión

nominal del tubo se elige de 0.8MPa (116psi). Los tubos marca Plastigama tienen sello de calidad INEN y cumplen con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1373:2010. Se adjunta los resultados de pérdidas por fricción en tuberías y pérdidas por fricción en accesorios en las tablas 7 y 8.

TABLA 7

TRAMO	Diámetro Nominal	Diámetro promedio		Espesor		Diametro Interior		Área	Flujo			Velocidad	Longitud	h <sub>f</sub>
		mm	m	mm	m	mm	m		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	gpm			
1	110	110,15	0,11015	3,4	0,0034	103,4	0,10335	0,00839	0,01817	288,001	1090,2	2,17	27,7	1,010
													SUB TOTAL 1	1,010

TABLA 8

TRAMO	Diámetro Nominal	CODOS		TEE		UNION		VÁLVULA		VÁLVULA CHEQUE		REDUCCION		JUNTA ELÁSTICA		h <sub>f, acc</sub>
		(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	(UN)	(m)	
1	110	10	2,15	1	0,43	2	0,14	3	7,18	1	0,60	1	0,09	1	1,09	11,69
															SUB TOTAL 2	11,686

Obtenidos los valores h<sub>f</sub> y h<sub>f, accesorios</sub>, y la presión requerida por el chiller a flujo máximo que es de 8,29 m de columna de agua. Entonces, el cabezal de bomba requerido es igual:

$$h_b = 1,010m + 11,686m + 8,29m = \mathbf{20,99m}$$

El caudal máximo requerido obtenido del manual del chiller es de **65,41m<sup>3</sup>/h (288gpm)**.

La empresa tiene como política tener una bomba trabajando y otra de respaldo, por lo que se adquieren dos bombas de iguales características.

Se definieron las siguientes características mínimas que deben cumplir las bombas:

- Voltaje: 230 / 460 V
- Frecuencia: 60 Hz
- Fases: 3 fases
- Motor tipo: ODP
- Cabezal de bomba: 20,99m (68,84ft)
- Caudal: 65,41m<sup>3</sup>/h (288gpm)

Con esta información, se procedió a llamar concurso a los distintos proveedores calificados que tiene la empresa.

La bomba fue adquirida a proveedor Acero Comercial a un valor de 1,063.83 USD + IVA cada una. Se adjunta datos de placa del motor y de la bomba en las siguientes figuras:



*Fig. 3.3: Bomba para la red de agua del chiller de 80 toneladas de refrigeración.*



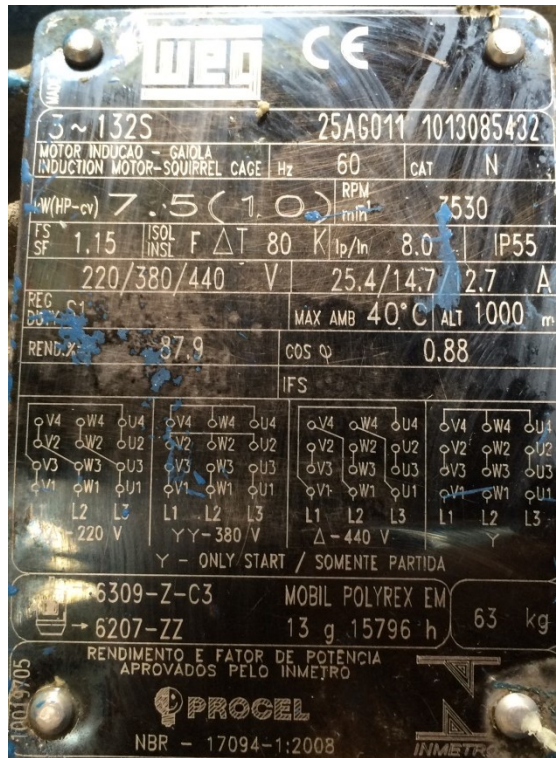


Fig. 3.4: Datos de placa del motor de la red de agua del chiller.



Fig. 3.5: Datos de placa de la bomba de la red de agua del chiller.

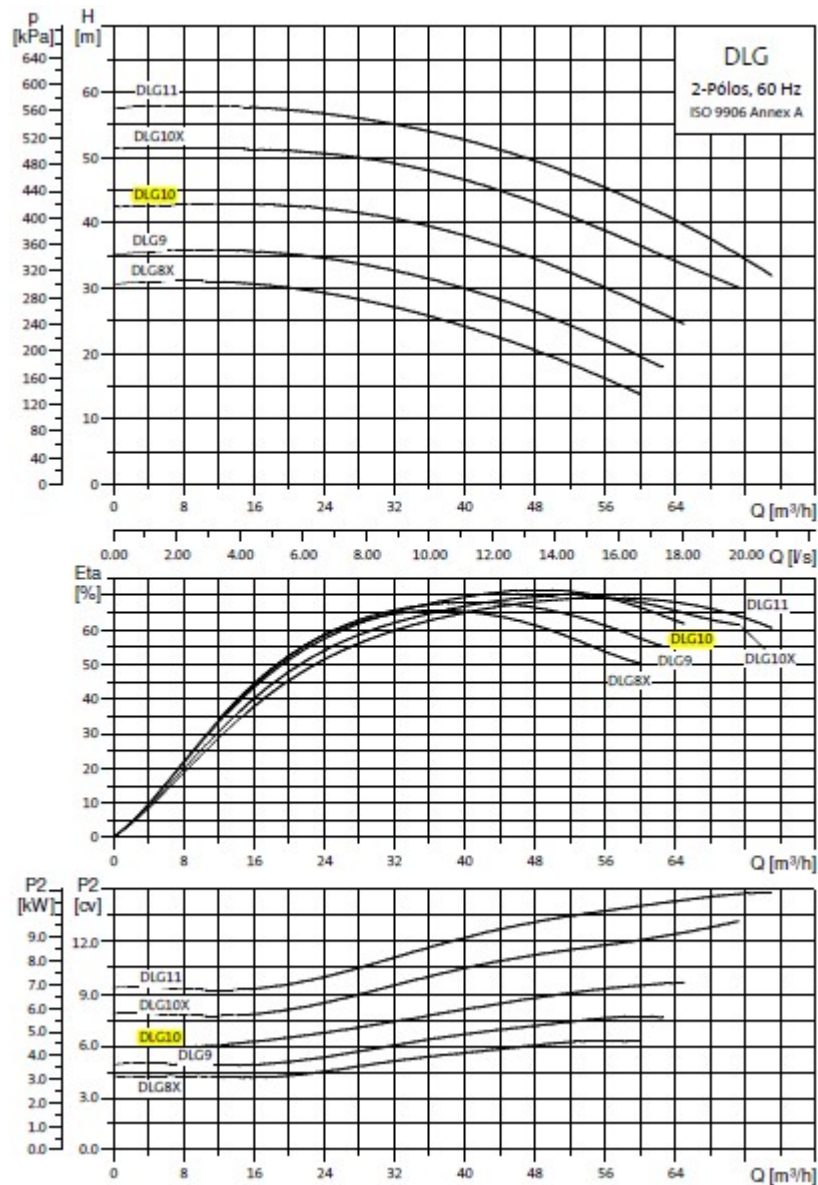


Fig. 3.6: Curva de desempeño de la bomba seleccionada.

De la curva de desempeño de la bomba, para  $65,41 \text{ m}^3/\text{h}$  y carga dinámica total de  $20,99 \text{ m}$  se obtiene el punto de operación. De aquí obtenemos el modelo del impulsor que sería de DLG-10, la eficiencia de la bomba sería de 62%. La potencia al freno aproximado sería de 8,22 HP. Asumiendo una eficiencia del motor



de 90%, podemos obtener la potencia del motor eléctrico de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$W_{el\acute{e}ct} = \frac{W_{freno}}{\eta_{motor}}$$

La potencia del motor sería igual a 9 HP, por lo que el motor ofertado por Acero Comercial debe tener una potencia igual o superior a este valor, en este caso, la potencia del motor es de 10 HP, como lo muestra la figura 3.4. En el anexo 7 consta el punto de operación en una gráfica más ampliada.

### 3.4. Listado de materiales para red de agua chiller

A continuación, en la tabla 9 se adjunta el listado de materiales para la red de agua del chiller de 80 toneladas de refrigeración.

**TABLA 9**

LISTADO DE MATERIALES RED DE AGUA CHILLER DE 80 TONELADAS DE REFRIGERACION						
ITEM	CANT	UND / MEDIDA	PRECIO UNITARIO (USD)	PRECIO TOTAL (USD)	PRODUCTO	
					DESCRIPCION	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA
1	5	UN	41,48	207,4	TUB u-PVC EC 110mm X 6m 0,80MPa(116psi)	UNION POR CEMENTADO SOLVENTE (ESPIGO Y CAMPANA) Norma Técnica de Referencia: NTE INEN 1373
2	10	UN	7,19	71,9	CODO PVC INY EC 110mm X 90° PN10 PG	
3	1	UN	7,94	7,94	TEE PVC INY EC 110mm PN 10 PG	
4	2	UN	2,57	5,14	UNION PVC TERMOFORMADA CC EC 110mm	
5	10	UN	12,96	129,6	BRIDA COMPACTA PVC INY EC 110mm PN 10 PG	
6	3	UN	140,00	420	VAL 1 MARIPOSA C/VOLANTE HD EB 4" @ PN16	Norma Técnica de Referencia: ISO 4422-4
7	1	UN	190,00	190	VÁLVULA CHECK SOLDABLE E/C 110mm	Norma Técnica de Referencia: ISO 4422-3
8	1	UN	6,41	6,41	RED 1 PVC INY LARGO EC 110 A 75mm	
9	1	UN	76,30	76,3	UNIÓN DE GOMA ANTIVIBRACIÓN CON BRIDA METÁLICA 110mm	Norma Técnica de Referencia: ASTM D 2564-04
10	2	UN	15,05	30,1	SOLDADURA P/TUB PVC POLIPEGA 946cc	
11	2	UN	8,68	17,36	ACONDICIONADOR P/SOLD TUB POLI-LIMPIA 1.000cc	
				<b>TOTAL</b>	<b>1162,15</b>	<b>USD</b>

### 3.5. Cálculo y selección del aislante térmico de las tuberías

Para aislar térmicamente la tubería de PVC se usará el Etileno Vinil Acetato (EVA) que es un polímero termoplástico conformado por unidades repetitivas de etileno y acetato de vinilo. La empresa tiene como política usar este aislante por considerarlo más seguro y fácil de usar. La conductividad térmica del EVA es  $0,037 \text{ W/(mK)}$ .

Para el cálculo del espesor del aislante térmico, se asumen las siguientes condiciones en base a la experiencia obtenida:

- Humedad Relativa del aire: 60%
- Temperatura de bulbo seco del aire:  $33,33^{\circ}\text{C}$  ( $92^{\circ}\text{F}$  o  $306,48\text{K}$ )
- Temperatura de rocío del aire:  $24,5^{\circ}\text{C}$  ( $76^{\circ}\text{F}$  o  $297,7\text{K}$ )
- Pérdida de calor por metro lineal de tubería:  $14,64\text{W/m}$  ( $50\text{BTU/h}$  por metro)
- Temperatura interna del agua helada en la tubería es igual a la temperatura en la superficie del tubo a aislar ( $T_s$ ), en este caso dicha temperatura es  $6^{\circ}\text{C}$  ( $279\text{K}$ )
- Temperatura en la superficie del aislante térmico es igual a la temperatura de rocío del aire ( $T_1$ ), en este caso la temperatura es  $24,5^{\circ}\text{C}$  ( $76^{\circ}\text{F}$ )

Con las condiciones arriba citadas, se procede hacer el cálculo del espesor del aislante usando la fórmula de conductividad térmica para tubos cilíndricos huecos:

$$q = \frac{2\pi k(T_s - T_1)}{\ln\left(\frac{r_1}{r_{ext\ tub}}\right)}$$

Donde:

q: pérdida de calor por unidad de longitud (W/m)

k: conductividad térmica del EVA ( $\frac{W}{m\ K}$ )

T<sub>s</sub>: temperatura superficial del tubo a aislar (K)

T<sub>1</sub>: temperatura en la superficie aislada térmicamente (K)

r<sub>1</sub>: radio externo de la tubería con aislante térmico (m)

r<sub>ext tub</sub>: radio externo de la tubería a aislar (m)

Despejando r<sub>1</sub> tenemos:

$$r_1 = \left[ e^{\left(\frac{2\pi k(T_1 - T_s)}{q}\right)} \right] r_{ext\ tub}$$

El espesor del aislante EVA se lo obtendría aplicando la siguiente ecuación:

$$Espesor = r_1 - r_{ext\ tub}$$

Se adjunta los resultados en la tabla 10 con los valores obtenidos:

**TABLA 10**

Diámetro Nominal Tubería	Diámetro externo promedio tubería		Espesor tubería		r <sub>ext tubería</sub>	T <sub>s</sub>	T <sub>rocío aire</sub>	q	r <sub>1</sub>	Espesor aislante EVA	
	mm	m	mm	m						m	m
63	63,15	0,06315	3,1	0,0031	0,031575	279	297,5	14,64	0,042	0,011	10,8
90	90,15	0,09015	4,4	0,0044	0,045075	279	297,5	14,64	0,060	0,015	15,4
110	110,15	0,11015	3,4	0,0034	0,055075	279	297,5	14,64	0,074	0,019	18,8

En base a esta información obtenida, se deciden los siguientes espesores estándares para aislar la tubería:

- Para tubo de 63mm, el espesor del aislante es 12mm
- Para tubo de 90mm, el espesor del aislante es 18mm
- Para tubo de 110mm, el espesor del aislante es 24mm

Estos espesores constaron en las bases que se usó para llamar a concurso para la instalación de la red tuberías. Ver base en anexo 8.

Con toda la información obtenida hasta este punto, se procede a elaborar los planos definitivos para la implementación de la nueva red de tuberías. Dichos planos constan en el anexo 1 de este trabajo final de graduación y son:

- Plano No. 2: red de tuberías de agua helada, ida y retorno
- Plano No. 3: red de tuberías de agua helada hacia las líneas de producción de pared estructurada
- Plano No. 4: red de tuberías de agua helada desde líneas de producción de pared estructurada hasta estación de bombeo
- Plano No. 5: red de tuberías para el chiller de 80 toneladas de refrigeración.

# CAPITULO 4

## 4. IMPLEMENTACION DE LA NUEVA RED DE AGUA HELADA

### 4.1. Presupuesto de implementación

Se presentan todos los rubros con sus respectivos costos para la implementación de la nueva red de agua helada, ver tabla 11. Previo a esto, se elaboró las bases para llamar a concurso por la mano de obra para la instalación de la red de tuberías, ver anexo 8, tanto para la red de agua helada, como para la red del chiller de 80 toneladas de refrigeración. No está incluido en este presupuesto, la parte eléctrica.

**TABLA 11**

<b>DESCRIPCION</b>	<b>COSTO (USD)</b>
Material red de agua helada líneas de producción de pared estructurada	2047,88
Material red de agua chiller de 80 toneladas de refrigeración	1162,15
Mano de obra instalación de las redes de agua	20736,95
Dos bombas de 15HP	3960,00
Dos bombas de 10HP	2127,66
Dos tanques cónicos de 1000l y cuatro válvulas de venteo de 1" con sus respectivos collarines	459,24
Obra Civil base de bombas y chillers	3500,00
Alquiler de Grúa y Montaje en sitio de chiller de 80 toneladas de refrigeración	1200,00
<b>TOTAL (NO INLCUYE IVA)</b>	<b>35193,88</b>



### 4.3. Instalación y montaje

Se adjuntan fotos de como quedó la instalación y el montaje de equipos.



*Fig. 4.1: Estación de bombeo.*



*Fig. 4.2: Chiller y tanques cónicos de 1000l.*



*Fig. 4.3: Red de agua helada, vista aérea de la estación de bombeo.*





*Fig. 4.4: Red de agua helada, llegada y retorno de línea de producción XT-21.*



*Fig. 4.5: Red de agua helada, llegada y retorno de línea de producción XT-11.*



*Fig. 4.6: Red de agua helada, llegada y retorno de línea de producción XT-35.*



# **CAPITULO 5**

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Se eliminaron los tiempos de para por suciedad del agua.
- La instalación y montaje se cumplió con el cronograma de trabajo propuesto que fue de 45 días calendarios.
- El presupuesto asignado al proyecto de 35.193,88 + IVA, no fue excedido.
- Se aprovechó el uso de material fabricado por la propia empresa, solo las válvulas, uniones de goma anti vibración no son de fabricación local al igual que las bombas.
- Luego de las pruebas operativas con las líneas de producción trabajando se comprobó que se cumple con todos los requisitos exigidos en la tabla 1 de este trabajo final de graduación.

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda instalar un sistema de monitoreo de presión y temperatura a la llegada de cada línea de producción para que alerten a los encargados de la estación de bombeo y chiller, así se puede actuar de forma inmediata y verificar físicamente que ocurre ante una eventualidad.
- Se recomienda pintar la tubería de acuerdo a código de colores exigidos en la norma NTE INEN 440.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Instituto de Capacitación e Investigación del Plástico y del Caucho: Dinámica del Proceso de Extrusión. Dictado en mayo del 2004.
2. ISO 1628-2. Determination of the viscosity of polymers in dilute solution using capillary viscosimeters. Second Edition.
3. Corma Inc.: Manual Mecánico de Equipo para Corrugar CORMA SERIAL NO: 13689.
4. Munson Young Okiishi: Fundamentos de Mecánica de Fluídos. Primera Edición.
5. Juan Saldarriaga: Hidráulica de Tuberías. Universidad de Los Andes.
6. Frank P. Incropera – David P. De Witt: Fundamentos de Transferencia de calor. Cuarta Edición
7. Catálogo Plastigama Línea de Presión: Tuberías y Accesorios de PVC para Conducción de Agua Potable a Presión. Año 2013.

8. Manual Instalación, Operación, Mantenimiento Enfriadora de Líquido Tipo Tornillo Series R® - Enfriada por Aire Con Evaporador Remoto. Septiembre de 1997.

9. Manual U.S. Army Corps of Engineers Liquid Process Piping. Washington, DC 20314-1000

# **ANEXO 1**

---

---

**Determination of the viscosity of polymers  
in dilute solution using capillary  
viscometers —**

**Part 2:  
Poly(vinyl chloride) resins**

*Plastiques — Détermination de la viscosité des polymères  
en solution diluée à l'aide de viscosimètres à capillaires —*

*Partie 2: Résines de poly(chlorure de vinyle)*



## Foreword

ISO (the International Organization for Standardization) is a worldwide federation of national standards bodies (ISO member bodies). The work of preparing International Standards is normally carried out through ISO technical committees. Each member body interested in a subject for which a technical committee has been established has the right to be represented on that committee. International organizations, governmental and non-governmental, in liaison with ISO, also take part in the work. ISO collaborates closely with the International Electrotechnical Commission (IEC) on all matters of electrotechnical standardization.

Draft International Standards adopted by the technical committees are circulated to the member bodies for voting. Publication as an International Standard requires approval by at least 75 % of the member bodies casting a vote.

International Standard ISO 1628-2 was prepared by Technical Committee ISO/TC 61, *Plastics*, Subcommittee 9, *Thermoplastic materials*.

This second edition cancels and replaces the first edition (ISO 1628-2:1988) which has been modified to include:

- the determination of the *K*-value;
- a limit on the volatile-matter content of resins that can be tested using this part of ISO 1628;
- revised viscometer specifications;
- a reference viscometer;
- a precision statement.

ISO 1628 consists of the following parts, under the general title *Plastics — Determination of the viscosity of polymers in dilute solution using capillary viscometers*:

- *Part 1: General principles*

© ISO 1998

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Organization for Standardization  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Switzerland  
Internet iso@iso.ch

Printed in Switzerland

- *Part 2: Poly(vinyl chloride) resins*
- *Part 3: Polyethylenes and polypropylenes*
- *Part 4: Polycarbonate (PC) moulding and extrusion materials*
- *Part 5: Thermoplastic polyester (TP) homopolymers and copolymers*
- *Part 6: Methyl methacrylate polymers*





# Determination of the viscosity of polymers in dilute solution using capillary viscometers —

## Part 2:

## Poly(vinyl chloride) resins

### 1 Scope

This part of ISO 1628 specifies conditions for the determination of the reduced viscosity (also known as viscosity number) and *K*-value of PVC resins. It is applicable to resins in powder form which consist of homopolymers of the monomer vinyl chloride and copolymers, terpolymers, etc., of vinyl chloride with one or more other monomers, but where vinyl chloride is the main constituent. The resins may contain small amounts of unpolymerized substances (e.g. emulsifying or suspending agents, catalyst residues, etc.) and other substances added during the course of the polymerization. This part of ISO 1628 is not applicable, however, to resins having a volatile-matter content in excess of  $0,5 \% \pm 0,1 \%$ , when determined in accordance with ISO 1269. In addition to this, it is not applicable to resins which are not entirely soluble in cyclohexanone.

The reduced viscosity and *K*-value of a particular resin are related to its molecular mass, but the relationship varies depending on the concentration and type(s) of other monomer(s) present. Hence homopolymers and copolymers having the same reduced viscosity or *K*-value may not have the same molecular mass.

The values determined for reduced viscosity and *K*-value, for a particular sample of PVC resin, are influenced differently by the concentration of the solution chosen for the determination. Hence the use of the procedures described in this part of ISO 1628 will only give values for reduced viscosity and *K*-value that are comparable when the concentrations of the solutions used are identical.

Limiting viscosity number is not used for PVC resins.

The experimental procedures described in this part of ISO 1628 can also be used to characterize the polymeric fraction obtained during the chemical analysis of a PVC composition. However, the values calculated for the reduced viscosity and *K*-value in these circumstances may not indicate the actual values for the resin used to produce the composition because of the impure nature of the recovered polymer fraction.

### 2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of ISO 1628. At the time of publication, the editions indicated were valid. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this part of ISO 1628 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO 1042:1998, *Laboratory glassware — One-mark volumetric flasks.*

ISO 1269:1980, *Plastics — Homopolymer and copolymer resins of vinyl chloride — Determination of volatile matter (including water)*.

ISO 1628-1:1998, *Plastics — Determination of the viscosity of polymers in dilute solution using capillary viscometers — Part 1: General principles*.

ISO 3105:1994, *Glass capillary kinematic viscometers — Specifications and operating instructions*.

### 3 Definitions

The terms used in this part of ISO 1628 are defined in ISO 1628-1:1998, clause 3, and, in particular, definitions 3.3.3 (reduced viscosity) and 3.3.6 (*K*-value).

### 4 Principle

A test portion is dissolved in a solvent. The reduced viscosity and the *K*-value are calculated from the efflux times for the solvent and the solution in a capillary tube viscometer.

### 5 Materials

**5.1 Cyclohexanone**, having a viscosity/density ratio (kinematic viscosity) between  $2,06 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  and  $2,33 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$  ( $2,06 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$  and  $2,33 \text{ mm}^2 \text{ s}^{-1}$ ) at 25 °C. The specified boiling point shall be 155 °C. Store the solvent in the dark in a dark-coloured bottle fitted with a ground-glass stopper. Check the kinematic viscosity before use.

### 6 Apparatus

The apparatus required to carry out viscosity measurements on polymers in dilute solution is described in ISO 1628-1:1998, clause 5. In addition, the following particular items are required for the procedures described in this part of ISO 1628:

**6.1 Viscometer:** From the viscometers described in subclause 5.1 of ISO 1628-1:1998, model 1C, with a capillary diameter of  $0,77 \text{ mm} \pm 2 \%$ , from table B.4 of ISO 3105:1994, shall be used as the reference viscometer.

Other viscometers described in ISO 1628-1 may be used provided the correlation between the chosen viscometer and the reference viscometer has been established over the range of reduced viscosities and *K*-values to be measured, and the results are corrected accordingly.

**6.2 Graduated flask** (one-mark volumetric flask), class A, as specified in ISO 1042, with a volume of 50 ml.

NOTE The use of a flask calibrated at a temperature of 20 °C — as specified in ISO 1042 — causes a systematic error which can, however, be neglected.

**6.3 Filter funnel**, with fritted-glass filter disc of medium porosity (pore size 40 µm to 50 µm), or **glass funnel with paper filter**.

**6.4 Mechanical agitator**, equipped with a heating device to keep the flask (6.2) and its contents at a temperature between 80 °C and 85 °C.

As an alternative, a rotary agitator or shaker may be placed in an oven at a temperature between 80 °C and 85 °C.

**6.5 Analytical balance**, accurate to 0,1 mg.

**6.6 Temperature-regulated bath**, capable of being set at  $25,0\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$  in steps of  $0,1\text{ °C}$  and maintaining a stability of  $\pm 0,05\text{ °C}$  around the set temperature.

**6.7 Thermometer**, with a sensitivity of  $0,05\text{ °C}$ .

**6.8 Time-measuring device**, with a sensitivity of  $0,1\text{ s}$ .

## 7 Sampling

Take a sample which is representative of the resin whose properties are to be determined and large enough for at least two determinations.

## 8 Number of determinations

Carry out two complete determinations, starting each with a fresh test portion.

## 9 Procedure

### 9.1 Preparation of solution

General requirements for the dissolution of polymer in solvent are given in ISO 1628-1:1998, clause 6.

Prepare a solution with a concentration of  $5\text{ g/l} \pm 0,1\text{ g/l}$  at  $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ , as follows:

Weigh, to the nearest  $0,2\text{ mg}$ ,  $0,250\text{ g} \pm 0,005\text{ g}$  of resin and transfer it quantitatively to the  $50\text{ ml}$  flask (6.2). Add about  $40\text{ ml}$  of cyclohexanone (5.1) to the flask, swirling the flask by hand to prevent coagulation or the formation of lumps. Continue dissolution by agitating for  $1\text{ h}$  between  $80\text{ °C}$  and  $85\text{ °C}$  using the agitator (6.4). Check visually that dissolution is complete. If gelatinized particles are still visible, start again with a new portion of the resin. Cool the solution to  $25\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  and make up to the mark with cyclohexanone at the same temperature. Mix the solution thoroughly by shaking.

Determine the actual concentration of the solution to an accuracy of  $\pm 0,1\%$ .

If a mass of  $0,250\text{ g} \pm 0,00025\text{ g}$  is taken and made up to  $50\text{ ml}$  of solution as described above, table 1 can be used to read off the reduced viscosity and *K*-value from the ratio of the efflux time of the solution to that of the solvent (the so-called viscosity ratio).

Alternative methods for the preparation of the solution may be used, for example the addition of a measured volume of solvent to a measured mass of test portion, provided that the values obtained for the reduced viscosity and *K*-value can be shown to be equivalent to those obtained with the method of solution preparation described above. Such alternative methods of solution preparation will require the amounts of solvent and test portion taken to be determined by experiment, and may also require compensation for loss of solvent by evaporation during the dissolution process.

With resins having *K*-values greater than  $85$ , the ratio of the efflux time of the solution to that of the solvent will exceed the maximum value of  $2,0$ , which is contrary to the requirement specified in subclause 6.2 of ISO 1628-1:1998. In order to ensure uniformity of testing for PVC, this non-conformity shall be ignored and all currently available resins tested using the same test-portion mass.

## 9.2 Determination of efflux times

The procedure is described in ISO 1628-1:1998, clause 8.

The temperature of the thermostat (see 6.6) shall be set such that the actual temperature which is measured by the thermometer (6.7) lies in the range  $25\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ . The measured temperature shall be stable to  $\pm 0,05\text{ °C}$  around the temperature at which the thermostat has been set.

When filling the viscometer, filter the solvent and the solution using a filter funnel or a glass funnel and paper filter (see 6.3).

Particular care shall be taken over viscometer cleaning, which shall be based on the procedure described in ISO 1628-1:1998, annex A. Efflux times with the control solvent cyclohexanone shall remain constant to within 0,2 s for a given viscometer. With the solution, repeat the measurement of the efflux time until two successive measurements differ by less than 0,25 %. Always discard the first efflux time reading.

NOTE This is a manual procedure. Proprietary equipment is available which will organize the charging of the viscometer with solution and solvent and measure the respective efflux times automatically. The use of such equipment is included in the scope of this part of ISO 1628 provided that all the procedures and verification checks described above are followed by the automated procedure.

## 10 Expression of results

### 10.1 Reduced viscosity

Calculate the reduced viscosity  $I$  for each test portion as specified in ISO 1628-1:1998, clause 9, using the equation

$$I = \frac{t - t_0}{t_0 c}$$

where

$t$  and  $t_0$  are the efflux times, in seconds, of the solution and solvent, respectively;

$c$  is the concentration of the solution, in grams per millilitre.

Calculate the reduced viscosity  $I$  for the sample as the mean value of the two individual values obtained in the two determinations, expressing the result to the nearest whole number. If the  $I$  values obtained in the two determinations deviate by more than  $\pm 0,4\%$  from the mean value, these results shall be rejected and further determinations carried out with fresh test portions.

If the solution concentration is  $5\text{ g/l} \pm 0,005\text{ g/l}$ , it is more convenient to read off the values of  $I$  from table 1, expressing  $I$  in  $(\text{m}^3/\text{kg}) \times 10^{-3}$ , i.e. ml/g, rounded to the first place of decimals.

### 10.2 K-value

For each test portion, calculate the  $K$ -value as specified in ISO 1628-1:1998, clause 9, using the equation

$$K = \frac{1,5 \log \eta_r - 1 + \sqrt{1 + \left(\frac{2}{c} + 2 + 1,5 \log \eta_r\right) 1,5 \log \eta_r}}{150 + 300 c} \times 1000$$

where

$\eta_r = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{t}{t_0}$  is the ratio of the viscosities (efflux times) of the solution and solvent;

$t$  and  $t_0$  are the efflux times, in seconds, of the solution and solvent, respectively;

$c$  is the concentration of the solution, in grams per millilitre.

Calculate the  $K$ -value for the sample as the mean value of the two individual  $K$ -values obtained in the two determinations, expressing the result to the first place of decimals. If the  $K$ -values obtained in the two determinations deviate by more than  $\pm 0,4\%$  from the mean value, these results shall be rejected and further determinations carried out with fresh test portions.

If the solution concentration is  $5 \text{ g/l} \pm 0,005 \text{ g/l}$ , it is more convenient to read off the  $K$ -value from table 1, rounding to the second place of decimals.

## 11 Precision

Interlaboratory trials conducted on three resins in 11 laboratories on four different dates gave the following results for the repeatability standard deviation  $s_r$  (within the same laboratory) and the reproducibility standard deviation  $s_R$  (among different laboratories):

	<b><math>K</math>-value</b>		
	approx. 50	approx. 70	approx. 90
$s_r$	0,132	0,115	0,120
$s_R$	0,420	0,291	0,495

	<b>Reduced viscosity</b>		
	approx. 61	approx. 124	approx. 227
$s_r$	0,313	0,458	0,742
$s_R$	0,984	1,202	3,042

## 12 Test report

The test report shall include the following information:

- a reference to this part of ISO 1628;
- all details necessary for complete identification of the material under test;
- the reduced viscosity and/or  $K$ -value of the resin sample;
- any difference between the type of viscometer used and the reference viscometer specified in this part of ISO 1628;
- the date of the test.

Table 1 — Conversion of viscosity ratio (VR) to reduced viscosity (*I*) and *K*-value

Unit for reduced viscosity:  $(\text{m}^3/\text{kg}) \times 10^{-3}$ , i.e. ml/g  
 Concentration of resin in solution = 5 g/ml

VR	<i>I</i>	<i>K</i>	VR	<i>I</i>	<i>K</i>	VR	<i>I</i>	<i>K</i>
1,195	39,0	39,74	1,237	47,4	44,02	1,279	55,8	47,87
1,196	39,2	39,85	1,238	47,6	44,12	1,280	56,0	47,95
1,197	39,4	39,95	1,239	47,8	44,22	1,281	56,2	48,04
1,198	39,6	40,06	1,240	48,0	44,31	1,282	56,4	48,13
1,199	39,8	40,17	1,241	48,2	44,41	1,283	56,6	48,21
1,200	40,0	40,27	1,242	48,4	44,50	1,284	56,8	48,30
1,201	40,2	40,38	1,243	48,6	44,60	1,285	57,0	48,38
1,202	40,4	40,49	1,244	48,8	44,69	1,286	57,2	48,47
1,203	40,6	40,59	1,245	49,0	44,79	1,287	57,4	48,55
1,204	40,8	40,70	1,246	49,2	44,88	1,288	57,6	48,64
1,205	41,0	40,80	1,247	49,4	44,98	1,289	57,8	48,72
1,206	41,2	40,91	1,248	49,6	45,07	1,290	58,0	48,81
1,207	41,4	41,01	1,249	49,8	45,16	1,291	58,2	48,89
1,208	41,6	41,12	1,250	50,0	45,26	1,292	58,4	48,98
1,209	41,8	41,22	1,251	50,2	45,35	1,293	58,6	49,06
1,210	42,0	41,33	1,252	50,4	45,44	1,294	58,8	49,15
1,211	42,2	41,43	1,253	50,6	45,53	1,295	59,0	49,23
1,212	42,4	41,53	1,254	50,8	45,63	1,296	59,2	49,32
1,213	42,6	41,64	1,255	51,0	45,72	1,297	59,4	49,40
1,214	42,8	41,74	1,256	51,2	45,81	1,298	59,6	49,48
1,215	43,0	41,84	1,257	51,4	45,90	1,299	59,8	49,57
1,216	43,2	41,94	1,258	51,6	45,99	1,300	60,0	49,65
1,217	43,4	42,05	1,259	51,8	46,09	1,301	60,2	49,73
1,218	43,6	42,15	1,260	52,0	46,18	1,302	60,4	49,81
1,219	43,8	42,25	1,261	52,2	46,27	1,303	60,6	49,90
1,220	44,0	42,35	1,262	52,4	46,36	1,304	60,8	49,98
1,221	44,2	42,45	1,263	52,6	46,45	1,305	61,0	50,06
1,222	44,4	42,55	1,264	52,8	46,54	1,306	61,2	50,14
1,223	44,6	42,65	1,265	53,0	46,63	1,307	61,4	50,23
1,224	44,8	42,75	1,266	53,2	46,72	1,308	61,6	50,31
1,225	45,0	42,85	1,267	53,4	46,81	1,309	61,8	50,39
1,226	45,2	42,95	1,268	53,6	46,90	1,310	62,0	50,47
1,227	45,4	43,05	1,269	53,8	46,99	1,311	62,2	50,55
1,228	45,6	43,15	1,270	54,0	47,07	1,312	62,4	50,63
1,229	45,8	43,25	1,271	54,2	47,16	1,313	62,6	50,71
1,230	46,0	43,34	1,272	54,4	47,25	1,314	62,8	50,79
1,231	46,2	43,44	1,273	54,6	47,34	1,315	63,0	50,87
1,232	46,4	43,54	1,274	54,8	47,43	1,316	63,2	50,95
1,233	46,6	43,64	1,275	55,0	47,52	1,317	63,4	51,03
1,234	46,8	43,73	1,276	55,2	47,60	1,318	63,6	51,11
1,235	47,0	43,83	1,277	55,4	47,69	1,319	63,8	51,19
1,236	47,2	43,93	1,278	55,6	47,78	1,320	64,0	51,27

Table 1 (continued)

VR	I	K	VR	I	K	VR	I	K
1,321	64,2	51,35	1,371	74,2	55,14	1,421	84,2	58,59
1,322	64,4	51,43	1,372	74,4	55,21	1,422	84,4	58,65
1,323	34,6	51,51	1,373	74,6	55,28	1,423	84,6	58,72
1,324	34,8	51,59	1,374	74,8	55,35	1,424	84,8	58,79
1,325	65,0	51,67	1,375	75,0	55,42	1,425	85,0	58,85
1,326	65,2	51,75	1,376	75,2	55,49	1,426	85,2	58,92
1,327	65,4	51,83	1,377	75,4	55,57	1,427	85,4	58,98
1,328	65,6	51,91	1,378	75,6	55,64	1,428	85,6	59,05
1,329	65,8	51,98	1,379	75,8	55,71	1,429	85,8	59,11
1,330	66,0	52,06	1,380	76,0	55,78	1,430	86,0	59,18
1,331	66,2	52,14	1,381	76,2	55,85	1,431	86,2	59,24
1,332	66,4	52,22	1,382	76,4	55,92	1,432	86,4	59,31
1,333	66,6	52,29	1,383	76,6	55,99	1,433	86,6	59,37
1,334	66,8	52,37	1,384	76,8	56,06	1,434	86,8	59,44
1,335	67,0	52,45	1,385	77,0	56,13	1,435	87,0	59,50
1,336	67,2	52,53	1,386	77,2	56,20	1,436	87,2	59,57
1,337	67,4	52,60	1,387	77,4	56,27	1,437	87,4	59,63
1,338	67,6	52,68	1,388	77,6	56,34	1,438	87,6	59,70
1,339	67,8	52,76	1,389	77,8	56,41	1,439	87,8	59,76
1,340	68,0	52,83	1,390	78,0	56,48	1,440	88,0	59,82
1,341	68,2	52,91	1,391	78,2	56,55	1,441	88,2	59,89
1,342	68,4	52,99	1,392	78,4	56,62	1,442	88,4	59,95
1,343	68,6	53,06	1,393	78,6	56,69	1,443	88,6	60,02
1,344	68,8	53,14	1,394	78,8	56,76	1,444	88,8	60,08
1,345	69,0	53,21	1,395	79,0	56,83	1,445	89,0	60,14
1,346	69,2	53,29	1,396	79,2	56,90	1,446	89,2	60,21
1,347	69,4	53,37	1,397	79,4	56,97	1,447	89,4	60,27
1,348	69,6	53,44	1,398	79,6	57,04	1,448	89,6	60,33
1,349	69,8	53,52	1,399	79,8	57,11	1,449	89,8	60,40
1,350	70,0	53,59	1,400	80,0	57,17	1,450	90,0	60,46
1,351	70,2	53,67	1,401	80,2	57,24	1,451	90,2	60,52
1,352	70,4	53,74	1,402	80,4	57,31	1,452	90,4	60,59
1,353	70,6	53,82	1,403	80,6	57,38	1,453	90,6	60,65
1,354	70,8	53,89	1,404	80,8	57,45	1,454	90,8	60,71
1,355	71,0	53,96	1,405	81,0	57,51	1,455	91,0	60,78
1,356	71,2	54,04	1,406	81,2	57,58	1,456	91,2	60,84
1,357	71,4	54,11	1,407	81,4	57,65	1,457	91,4	60,90
1,358	71,6	54,19	1,408	81,6	57,72	1,458	91,6	60,96
1,359	71,8	54,26	1,409	81,8	57,79	1,459	91,8	61,03
1,360	72,0	54,33	1,410	82,0	57,85	1,460	92,0	61,09
1,361	72,2	54,41	1,411	82,2	57,92	1,461	92,2	61,15
1,362	72,4	54,48	1,412	82,4	57,99	1,462	92,4	61,21
1,363	72,6	54,55	1,413	82,6	58,05	1,463	92,6	61,27
1,364	72,8	54,63	1,414	82,8	58,12	1,464	92,8	61,34
1,365	73,0	54,70	1,415	83,0	58,19	1,465	93,0	61,40
1,366	73,2	54,77	1,416	83,2	58,26	1,466	93,2	61,46
1,367	73,4	54,85	1,417	83,4	58,32	1,467	93,4	61,52
1,368	73,6	54,92	1,418	83,6	58,39	1,468	93,6	61,58
1,369	73,8	54,99	1,419	83,8	58,45	1,469	93,8	61,64
1,370	74,0	55,06	1,420	84,0	58,52	1,470	94,0	61,70

Table 1 (continued)

VR	I	K	VR	I	K	VR	I	K
1,471	94,2	61,77	1,521	104,2	64,71	1,571	114,2	67,46
1,472	94,4	61,83	1,522	104,4	64,77	1,572	114,4	67,51
1,473	94,6	61,89	1,523	104,6	64,83	1,573	114,6	67,57
1,474	94,8	61,95	1,524	104,8	64,88	1,574	114,8	67,62
1,475	95,0	62,01	1,525	105,0	64,94	1,575	115,0	67,67
1,476	95,2	62,07	1,526	105,2	65,00	1,576	115,2	67,73
1,477	95,4	62,13	1,527	105,4	65,05	1,577	115,4	67,78
1,478	95,6	62,19	1,528	105,6	65,11	1,578	115,6	67,83
1,479	95,8	62,25	1,529	105,8	65,17	1,579	115,8	67,88
1,480	96,0	62,31	1,530	106,0	65,22	1,580	116,0	67,94
1,481	96,2	62,37	1,531	106,2	65,28	1,581	116,2	67,99
1,482	96,4	62,43	1,532	106,4	65,33	1,582	116,4	68,04
1,483	96,6	62,49	1,533	106,6	65,39	1,583	116,6	68,09
1,484	96,8	62,55	1,534	106,8	65,45	1,584	116,8	68,15
1,485	97,0	62,61	1,535	107,0	65,50	1,585	117,0	68,20
1,486	97,2	62,67	1,536	107,2	65,56	1,586	117,2	68,25
1,487	97,4	62,73	1,537	107,4	65,61	1,587	117,4	68,30
1,488	97,6	62,79	1,538	107,6	65,67	1,588	117,6	68,36
1,489	97,8	62,85	1,539	107,8	65,72	1,589	117,8	68,41
1,490	98,0	62,91	1,540	108,0	65,78	1,590	118,0	68,46
1,491	98,2	62,97	1,541	108,2	65,83	1,591	118,2	68,51
1,492	98,4	63,03	1,542	108,4	65,89	1,592	118,4	68,56
1,493	98,6	63,09	1,543	108,6	65,95	1,593	118,6	68,61
1,494	98,8	63,15	1,544	108,8	66,00	1,594	118,8	68,67
1,495	99,0	63,21	1,545	109,0	66,06	1,595	119,0	68,72
1,496	99,2	63,27	1,546	109,2	66,11	1,596	119,2	68,77
1,497	99,4	63,33	1,547	109,4	66,17	1,597	119,4	68,82
1,498	99,6	63,38	1,548	109,6	66,22	1,598	119,6	68,87
1,499	99,8	63,44	1,549	109,8	66,27	1,599	119,8	68,92
1,500	100,0	63,50	1,550	110,0	66,33	1,600	120,0	68,97
1,501	100,2	63,56	1,551	110,2	66,38	1,601	120,2	69,03
1,502	100,4	63,62	1,552	110,4	66,44	1,602	120,4	69,08
1,503	100,6	63,68	1,553	110,6	66,49	1,603	120,6	69,13
1,504	100,8	63,73	1,554	110,8	66,55	1,604	120,8	69,18
1,505	101,0	63,79	1,555	111,0	66,60	1,605	121,0	69,23
1,506	101,2	63,85	1,556	111,2	66,66	1,606	121,2	69,28
1,507	101,4	63,91	1,557	111,4	66,71	1,607	121,4	69,33
1,508	101,6	63,97	1,558	111,6	66,76	1,608	121,6	69,38
1,509	101,8	64,02	1,559	111,8	66,82	1,609	121,8	69,43
1,510	102,0	64,08	1,560	112,0	66,87	1,610	122,0	69,48
1,511	102,2	64,14	1,561	112,2	66,93	1,611	122,2	69,53
1,512	102,4	64,20	1,562	112,4	66,98	1,612	122,4	69,59
1,513	102,6	64,26	1,563	112,6	67,03	1,613	122,6	69,64
1,514	102,8	64,31	1,564	112,8	67,09	1,614	122,8	69,69
1,515	103,0	64,37	1,565	113,0	67,14	1,615	123,0	69,74
1,516	103,2	64,43	1,566	113,2	67,19	1,616	123,2	69,79
1,517	103,4	64,49	1,567	113,4	67,25	1,617	123,4	69,84
1,518	103,6	64,54	1,568	113,6	67,30	1,618	123,6	69,89
1,519	103,8	64,60	1,569	113,8	67,36	1,619	123,8	69,94
1,520	104,0	64,66	1,570	114,0	67,41	1,620	124,0	69,99



Table 1 (continued)

VR	I	K	VR	I	K	VR	I	K
1,621	124,2	70,04	1,671	134,2	72,46	1,721	144,2	74,75
1,622	124,4	70,09	1,672	134,4	72,51	1,722	144,4	74,79
1,623	124,6	70,14	1,673	134,6	75,55	1,723	144,6	74,84
1,624	124,8	70,19	1,674	134,8	72,60	1,724	144,8	74,88
1,625	125,0	70,24	1,675	135,0	72,65	1,725	145,0	74,93
1,626	125,2	70,29	1,676	135,2	72,70	1,726	145,2	74,97
1,627	125,4	70,34	1,677	135,4	72,74	1,727	145,4	75,02
1,628	125,6	70,39	1,678	135,6	72,79	1,728	145,6	75,06
1,629	125,8	70,43	1,679	135,8	72,84	1,729	145,8	75,10
1,630	126,0	70,48	1,680	136,0	72,88	1,730	146,0	75,15
1,631	126,2	70,53	1,681	136,2	72,93	1,731	146,2	75,19
1,632	126,4	70,58	1,682	136,4	72,98	1,732	146,4	75,24
1,633	126,6	70,63	1,683	136,6	73,02	1,733	146,6	75,28
1,634	126,8	70,68	1,684	136,8	73,07	1,734	146,8	75,32
1,635	127,0	70,73	1,685	137,0	73,11	1,735	147,0	75,37
1,636	127,2	70,78	1,686	137,2	73,16	1,736	147,2	75,41
1,637	127,4	70,83	1,687	137,4	73,21	1,737	147,4	75,46
1,638	127,6	70,88	1,688	137,6	73,25	1,738	147,6	75,50
1,639	127,8	70,93	1,689	137,8	73,30	1,739	147,8	75,54
1,640	128,0	70,97	1,690	138,0	73,35	1,740	148,0	75,59
1,641	128,2	71,02	1,691	138,2	73,39	1,741	148,2	75,63
1,642	128,4	71,07	1,692	138,4	73,44	1,742	148,4	75,67
1,643	128,6	71,12	1,693	138,6	73,48	1,743	148,6	75,72
1,644	128,8	71,17	1,694	138,8	73,53	1,744	148,8	75,76
1,645	129,0	71,22	1,695	139,0	73,58	1,745	149,0	75,80
1,646	129,2	71,27	1,696	139,2	73,62	1,746	149,2	75,85
1,647	129,4	71,32	1,697	139,4	73,67	1,747	149,4	75,89
1,648	129,6	71,36	1,698	139,6	73,71	1,748	149,6	75,93
1,649	129,8	71,41	1,699	139,8	73,76	1,749	149,8	75,98
1,650	130,0	71,46	1,700	140,0	73,80	1,750	150,0	76,02
1,651	130,2	71,51	1,701	140,2	73,85	1,751	150,2	76,06
1,652	130,4	71,56	1,702	140,4	73,89	1,752	150,4	76,11
1,653	130,6	71,60	1,703	140,6	73,94	1,753	150,6	76,15
1,654	130,8	71,65	1,704	140,8	73,99	1,754	150,8	76,19
1,655	131,0	71,70	1,705	141,0	74,03	1,755	151,0	76,24
1,656	131,2	71,75	1,706	141,2	74,08	1,756	151,2	76,28
1,657	131,4	71,80	1,707	141,4	74,12	1,757	151,4	76,32
1,658	131,6	71,84	1,708	141,6	74,17	1,758	151,6	76,36
1,659	131,8	71,89	1,709	141,8	74,21	1,759	151,8	76,41
1,660	132,0	71,94	1,710	142,0	74,26	1,760	152,0	76,45
1,661	132,2	71,99	1,711	142,2	74,30	1,761	152,2	76,49
1,662	132,4	72,03	1,712	142,4	74,35	1,762	152,4	76,54
1,663	132,6	72,08	1,713	142,6	74,39	1,763	152,6	76,58
1,664	132,8	72,13	1,714	142,8	74,44	1,764	152,8	76,62
1,665	133,0	72,18	1,715	143,0	74,48	1,765	153,0	76,66
1,666	133,2	72,22	1,716	143,2	74,53	1,766	153,2	76,71
1,667	133,4	72,27	1,717	143,4	74,57	1,767	153,4	76,75
1,668	133,6	72,32	1,718	143,6	74,62	1,768	153,6	76,79
1,669	133,8	72,37	1,719	143,8	74,66	1,769	153,8	76,83
1,670	134,0	72,41	1,720	144,0	74,70	1,770	154,0	76,88

Table 1 (continued)

VR	I	K	VR	I	K	VR	I	K
1,771	154,2	76,92	1,821	164,2	78,98	1,871	174,2	80,94
1,772	154,4	76,96	1,822	164,4	79,02	1,872	174,4	80,98
1,773	154,6	77,00	1,823	164,6	79,06	1,873	174,6	81,02
1,774	154,8	77,04	1,824	164,8	79,10	1,874	174,8	81,05
1,775	155,0	77,09	1,825	165,0	79,14	1,875	175,0	81,09
1,776	155,2	77,13	1,826	165,2	79,18	1,876	175,2	81,13
1,777	155,4	77,17	1,827	165,4	79,22	1,877	175,4	81,17
1,778	155,6	77,21	1,828	165,6	79,26	1,878	175,6	81,21
1,779	155,8	77,25	1,829	165,8	79,30	1,879	175,8	81,24
1,780	156,0	77,30	1,830	166,0	79,34	1,880	176,0	81,28
1,781	156,2	77,34	1,831	166,2	79,38	1,881	176,2	81,32
1,782	156,4	77,38	1,832	166,4	79,42	1,882	176,4	81,36
1,783	156,6	77,42	1,833	166,6	79,46	1,883	176,6	81,40
1,784	156,8	77,46	1,834	166,8	79,50	1,884	176,8	81,43
1,785	157,0	77,50	1,835	167,0	79,54	1,885	177,0	81,47
1,786	157,2	77,55	1,836	167,2	79,58	1,886	177,2	81,51
1,787	157,4	77,59	1,837	167,4	79,61	1,887	177,4	81,55
1,788	157,6	77,63	1,838	167,6	79,65	1,888	177,6	81,58
1,789	157,8	77,67	1,839	167,8	79,69	1,889	177,8	81,62
1,790	158,0	77,71	1,840	168,0	79,73	1,890	178,0	81,66
1,791	158,2	77,75	1,841	168,2	79,77	1,891	178,2	81,70
1,792	158,4	77,80	1,842	168,4	79,81	1,892	178,4	81,74
1,793	158,6	77,84	1,843	168,6	79,85	1,893	178,6	81,77
1,794	158,8	77,88	1,844	168,8	79,89	1,894	178,8	81,81
1,795	159,0	77,92	1,845	169,0	79,93	1,895	179,0	81,85
1,796	159,2	77,96	1,846	169,2	79,97	1,896	179,2	81,89
1,797	159,4	78,00	1,847	169,4	80,01	1,897	179,4	81,92
1,798	159,6	78,04	1,848	169,6	80,05	1,898	179,6	91,96
1,799	159,8	78,08	1,849	169,8	80,09	1,899	179,8	82,00
1,800	160,0	78,12	1,850	170,0	80,13	1,900	180,0	82,03
1,801	160,2	78,17	1,851	170,2	80,17	1,901	180,2	82,07
1,802	160,4	78,21	1,852	170,4	80,20	1,902	180,4	82,11
1,803	160,6	78,25	1,853	170,6	80,24	1,903	180,6	82,15
1,804	160,8	78,29	1,854	170,8	80,28	1,904	180,8	82,18
1,805	161,0	78,33	1,855	171,0	80,32	1,905	181,0	82,22
1,806	161,2	78,37	1,856	171,2	80,36	1,906	181,2	82,26
1,807	161,4	78,41	1,857	171,4	80,40	1,907	181,4	82,29
1,808	161,6	78,45	1,858	171,6	80,44	1,908	181,6	82,33
1,809	161,8	78,49	1,859	171,8	80,48	1,909	181,8	82,37
1,810	162,0	78,53	1,860	172,0	80,51	1,910	182,0	82,41
1,811	162,2	78,57	1,861	172,2	80,55	1,911	182,2	82,44
1,812	162,4	78,61	1,862	172,4	80,59	1,912	182,4	82,48
1,813	162,6	78,65	1,863	172,6	80,63	1,913	182,6	82,52
1,814	162,8	78,69	1,864	172,8	80,67	1,914	182,8	82,55
1,815	163,0	78,74	1,865	173,0	80,71	1,915	183,0	82,59
1,816	163,2	78,78	1,866	173,2	80,75	1,916	183,2	82,63
1,817	163,4	78,82	1,867	173,4	80,78	1,917	183,4	82,66
1,818	163,6	78,86	1,868	173,6	80,82	1,918	183,6	82,70
1,819	163,8	78,90	1,869	173,8	80,86	1,919	183,8	82,74
1,820	164,0	78,94	1,870	174,0	80,90	1,920	184,0	82,77

Table 1 (continued)

VR	I	K	VR	I	K	VR	I	K
1,921	184,2	82,81	1,971	194,2	84,60	2,021	204,2	86,32
1,922	184,4	82,85	1,972	194,4	84,64	2,022	204,4	86,35
1,923	184,6	82,88	1,973	194,6	84,67	2,023	204,6	86,38
1,924	184,8	82,92	1,974	194,8	84,71	2,024	204,8	86,42
1,925	185,0	82,96	1,975	195,0	84,74	2,025	205,0	86,45
1,926	185,2	82,99	1,976	195,2	84,78	2,026	205,2	86,48
1,927	185,4	83,03	1,977	195,4	84,81	2,027	205,4	86,52
1,928	185,6	83,07	1,978	195,6	84,85	2,028	205,6	86,55
1,929	185,8	83,10	1,979	195,8	84,88	2,029	205,8	86,58
1,930	186,0	83,14	1,980	196,0	84,92	2,030	206,0	86,62
1,931	186,2	83,17	1,981	196,2	84,95	2,031	206,2	86,65
1,932	186,4	83,21	1,982	196,4	84,98	2,032	206,4	86,68
1,933	186,6	83,25	1,983	196,6	85,02	2,033	206,6	86,72
1,934	186,8	83,28	1,984	196,8	85,05	2,034	206,8	86,75
1,935	187,0	83,32	1,985	197,0	85,09	2,035	207,0	86,78
1,936	187,2	83,36	1,986	197,2	85,12	2,036	207,2	86,82
1,937	187,4	83,39	1,987	197,4	85,16	2,037	207,4	86,85
1,938	187,6	83,43	1,988	197,6	85,19	2,038	207,6	86,88
1,939	187,8	83,46	1,989	197,8	85,23	2,039	207,8	86,92
1,940	188,0	83,50	1,990	198,0	85,26	2,040	208,0	86,95
1,941	188,2	83,54	1,991	198,2	85,30	2,041	208,2	86,98
1,942	188,4	83,57	1,992	198,4	85,33	2,042	208,4	87,02
1,943	188,6	83,61	1,993	198,6	85,36	2,043	208,6	87,05
1,944	188,8	83,64	1,994	198,8	85,40	2,044	208,8	87,08
1,945	189,0	83,68	1,995	199,0	85,43	2,045	209,0	87,12
1,946	189,2	83,72	1,996	199,2	85,47	2,046	209,2	87,15
1,947	189,4	83,75	1,997	199,4	85,50	2,047	209,4	87,18
1,948	189,6	83,79	1,998	199,6	85,54	2,048	209,6	87,21
1,949	189,8	83,82	1,999	199,8	85,57	2,049	209,8	87,25
1,950	190,0	83,86	2,000	200,0	85,60	2,050	210,0	87,28
1,951	190,2	83,89	2,001	200,2	85,64	2,051	210,2	87,31
1,952	190,4	83,93	2,002	200,4	85,67	2,052	210,4	87,35
1,953	190,6	83,97	2,003	200,6	85,71	2,053	210,6	87,38
1,954	190,8	84,00	2,004	200,8	85,74	2,054	210,8	87,41
1,955	191,0	84,04	2,005	201,0	85,78	2,055	211,0	87,44
1,956	191,2	84,07	2,006	201,2	85,81	2,056	211,2	87,48
1,957	191,4	84,11	2,007	201,4	85,84	2,057	211,4	87,51
1,958	191,6	84,14	2,008	201,6	85,88	2,058	211,6	87,54
1,959	191,8	84,18	2,009	201,8	85,91	2,059	211,8	87,57
1,960	192,0	84,21	2,010	202,0	85,95	2,060	212,0	87,61
1,961	192,2	84,25	2,011	202,2	85,98	2,061	212,2	87,64
1,962	192,4	84,28	2,012	202,4	86,01	2,062	212,4	87,67
1,963	192,6	84,32	2,013	202,6	86,05	2,063	212,6	87,70
1,964	192,8	84,36	2,014	202,8	86,08	2,064	212,8	87,74
1,965	193,0	84,39	2,015	203,0	86,11	2,065	213,0	87,77
1,966	193,2	84,43	2,016	203,2	86,15	2,066	213,2	87,80
1,967	193,4	84,46	2,017	203,4	86,18	2,067	213,4	87,83
1,968	193,6	84,50	2,018	203,6	86,22	2,068	213,6	87,87
1,969	193,8	84,53	2,019	203,8	86,25	2,069	213,8	87,90
1,970	194,0	84,57	2,020	204,0	86,28	2,070	214,0	87,93

Table 1 (continued)

VR	I	K	VR	I	K	VR	I	K
2,071	214,2	87,96	2,121	224,2	89,55	2,171	234,2	91,07
2,072	214,4	88,00	2,122	224,4	89,58	2,172	234,4	91,10
2,073	214,6	88,03	2,123	224,6	89,61	2,173	234,6	91,13
2,074	214,8	88,06	2,124	224,8	89,64	2,174	234,8	91,16
2,075	215,0	88,09	2,125	225,0	89,67	2,175	235,0	91,19
2,076	215,2	88,12	2,126	225,2	89,70	2,176	235,2	91,22
2,077	215,4	88,16	2,127	225,4	89,73	2,177	235,4	91,25
2,078	215,6	88,19	2,128	225,6	89,76	2,178	235,6	91,28
2,079	215,8	88,22	2,129	225,8	89,79	2,179	235,8	91,31
2,080	216,0	88,25	2,130	226,0	89,82	2,180	236,0	91,34
2,081	216,2	88,28	2,131	226,2	89,85	2,181	236,2	91,37
2,082	216,4	88,32	2,132	226,4	89,89	2,182	236,4	91,40
2,083	216,6	88,35	2,133	226,6	89,92	2,183	236,6	91,43
2,084	216,8	88,38	2,134	226,8	89,95	2,184	236,8	91,46
2,085	217,0	88,41	2,135	227,0	89,98	2,185	237,0	91,49
2,086	217,2	88,44	2,136	227,2	90,01	2,186	237,2	91,52
2,087	217,4	88,48	2,137	227,4	90,04	2,187	237,4	91,54
2,088	217,6	88,51	2,138	227,6	90,07	2,188	237,6	91,57
2,089	217,8	88,54	2,139	227,8	90,10	2,189	237,8	91,60
2,090	218,0	88,57	2,140	228,0	90,13	2,190	238,0	91,63
2,091	218,2	88,60	2,141	228,2	90,16	2,191	238,2	91,66
2,092	218,4	88,64	2,142	228,4	90,19	2,192	238,4	91,69
2,093	218,6	88,67	2,143	228,6	90,22	2,193	238,6	91,72
2,094	218,8	88,70	2,144	228,8	90,25	2,194	238,8	91,75
2,095	219,0	88,73	2,145	229,0	90,28	2,195	239,0	91,78
2,096	219,2	88,76	2,146	229,2	90,31	2,196	239,2	91,81
2,097	219,4	88,79	2,147	229,4	90,35	2,197	239,4	91,84
2,098	219,6	88,83	2,148	229,6	90,38	2,198	239,6	91,87
2,099	219,8	88,86	2,149	229,8	90,41	2,199	239,8	91,90
2,100	220,0	88,89	2,150	230,0	90,44	2,200	240,0	91,93
2,101	220,2	88,92	2,151	230,2	90,47	2,201	240,2	91,96
2,102	220,4	88,95	2,152	230,4	90,50	2,202	240,4	91,99
2,103	220,6	88,98	2,153	230,6	90,53	2,203	240,6	92,02
2,104	220,8	89,01	2,154	230,8	90,56	2,204	240,8	92,04
2,105	221,0	89,05	2,155	231,0	90,59	2,205	241,0	92,07
2,106	221,2	89,08	2,156	231,2	90,62	2,206	241,2	92,10
2,107	221,4	89,11	2,157	231,4	90,65	2,207	241,4	92,13
2,108	221,6	89,14	2,158	231,6	90,68	2,208	241,6	92,16
2,109	221,8	89,17	2,159	231,8	90,71	2,209	241,8	92,19
2,110	222,0	89,20	2,160	232,0	90,74	2,210	242,0	92,22
2,111	222,2	89,23	2,161	232,2	90,77	2,211	242,2	92,25
2,112	222,4	89,27	2,162	232,4	90,80	2,212	242,4	92,28
2,113	222,6	89,30	2,163	232,6	90,83	2,213	242,6	92,31
2,114	222,8	89,33	2,164	232,8	90,86	2,214	242,8	92,34
2,115	223,0	89,36	2,165	233,0	90,89	2,215	243,0	92,36
2,116	223,2	89,39	2,166	233,2	90,92	2,216	243,2	92,39
2,117	223,4	89,42	2,167	233,4	90,95	2,217	243,4	92,42
2,118	223,6	89,45	2,168	233,6	90,98	2,218	243,6	92,45
2,119	223,8	89,48	2,169	233,8	91,01	2,219	243,8	92,48
2,120	224,0	89,51	2,170	234,0	91,04	2,220	244,0	92,51

Table 1 (continued)

VR	I	K	VR	I	K	VR	I	K
2,221	244,2	92,54	2,271	254,2	93,95	2,321	264,2	95,32
2,222	244,4	92,57	2,272	254,4	93,98	2,322	264,4	95,35
2,223	244,6	92,60	2,273	254,6	94,01	2,323	264,6	95,38
2,224	244,8	92,62	2,274	254,8	94,04	2,324	264,8	95,40
2,225	245,0	92,65	2,275	255,0	94,07	2,325	265,0	95,43
2,226	245,2	92,68	2,276	255,2	94,09	2,326	265,2	95,46
2,227	245,4	92,71	2,277	255,4	94,12	2,327	265,4	95,49
2,228	245,6	92,74	2,278	255,6	94,15	2,328	265,6	95,51
2,229	245,8	92,77	2,279	255,8	94,18	2,329	265,8	95,54
2,230	246,0	92,80	2,280	256,0	94,20	2,330	266,0	95,57
2,231	246,2	92,83	2,281	256,2	94,23	2,331	266,2	95,59
2,232	246,4	92,85	2,282	256,4	94,26	2,332	266,4	95,62
2,233	246,6	92,88	2,283	256,6	94,29	2,333	266,6	95,65
2,234	246,8	92,91	2,284	256,8	94,32	2,334	266,8	95,67
2,235	247,0	92,94	2,285	257,0	94,34	2,335	267,0	95,70
2,236	247,2	92,97	2,286	257,2	94,37	2,336	267,2	95,73
2,237	247,4	93,00	2,287	257,4	94,40	2,337	267,4	95,75
2,238	247,6	93,02	2,288	257,6	94,43	2,338	267,6	95,78
2,239	247,8	93,05	2,289	257,8	94,45	2,339	267,8	95,81
2,240	248,0	93,08	2,290	258,0	94,48	2,340	268,0	95,83
2,241	248,2	93,11	2,291	258,2	94,51	2,341	268,2	95,86
2,242	248,4	93,14	2,292	258,4	94,54	2,342	268,4	95,89
2,243	248,6	93,17	2,293	258,6	94,56	2,343	268,6	95,91
2,244	248,8	93,20	2,294	258,8	94,59	2,344	268,8	95,94
2,245	249,0	93,22	2,295	259,0	94,62	2,345	269,0	95,96
2,246	249,2	93,25	2,296	259,2	94,65	2,346	269,2	95,99
2,247	249,4	93,28	2,297	259,4	94,67	2,347	269,4	96,02
2,248	249,6	93,31	2,298	259,6	94,70	2,348	269,6	96,04
2,249	249,8	93,34	2,299	259,8	94,73	2,349	269,8	96,07
2,250	250,0	93,37	2,300	260,0	94,75	2,350	270,0	96,10
2,251	250,2	93,39	2,301	260,2	94,78	2,351	270,2	96,12
2,252	250,4	93,42	2,302	260,4	94,81	2,352	270,4	96,15
2,253	250,6	93,45	2,303	260,6	94,84	2,353	270,6	96,18
2,254	250,8	93,48	2,304	260,8	94,86	2,354	270,8	96,20
2,255	251,0	93,51	2,305	261,0	94,89	2,355	271,0	96,23
2,256	251,2	93,53	2,306	261,2	94,92	2,356	271,2	96,26
2,257	251,4	93,56	2,307	261,4	94,95	2,357	271,4	96,28
2,258	251,6	93,59	2,308	261,6	94,97	2,358	271,6	96,31
2,259	251,8	93,62	2,309	261,8	95,00	2,359	271,8	96,33
2,260	252,0	93,65	2,310	262,0	95,03	2,360	272,0	96,36
2,261	252,2	93,68	2,311	262,2	95,05	2,361	272,2	96,39
2,262	252,4	93,70	2,312	262,4	95,08	2,362	272,4	96,41
2,263	252,6	93,73	2,313	262,6	95,11	2,363	272,6	96,44
2,264	252,8	93,76	2,314	262,8	95,13	2,364	272,8	96,47
2,265	253,0	93,79	2,315	263,0	95,16	2,365	273,0	96,49
2,266	253,2	93,82	2,316	263,2	95,19	2,366	273,2	96,52
2,267	253,4	93,84	2,317	263,4	95,22	2,367	273,4	96,54
2,268	253,6	93,87	2,318	263,6	95,24	2,368	273,6	96,57
2,269	253,8	93,90	2,319	263,8	95,27	2,369	273,8	96,60
2,270	254,0	93,93	2,320	264,0	95,30	2,370	274,0	96,62

Table 1 (concluded)

VR	I	K	VR	I	K	VR	I	K
2,371	274,2	96,65	2,421	284,2	97,93	2,471	294,2	99,17
2,372	274,4	96,67	2,422	284,4	97,96	2,472	294,4	99,20
2,373	274,6	96,70	2,423	284,6	97,98	2,473	294,6	99,22
2,374	274,8	96,73	2,424	284,8	98,01	2,474	294,8	99,25
2,375	275,0	96,75	2,425	285,0	98,03	2,475	295,0	99,27
2,376	275,2	96,78	2,426	285,2	98,06	2,476	295,2	99,29
2,377	275,4	96,80	2,427	285,4	98,08	2,477	295,4	99,32
2,378	275,6	96,83	2,428	285,6	98,11	2,478	295,6	99,34
2,379	275,8	96,86	2,429	285,8	98,13	2,479	295,8	99,37
2,380	276,0	96,88	2,430	586,0	98,16	2,480	296,0	99,39
2,381	276,2	96,91	2,431	586,2	98,18	2,481	296,2	99,42
2,382	276,4	96,93	2,432	286,4	98,21	2,482	296,4	99,44
2,383	276,6	96,96	2,433	286,6	98,23	2,483	296,6	99,47
2,384	276,8	96,99	2,434	286,8	98,26	2,484	296,8	99,49
2,385	277,0	97,01	2,435	287,0	98,28	2,485	297,0	99,51
2,386	277,2	97,04	2,436	287,2	98,31	2,486	297,2	99,54
2,387	277,4	97,06	2,437	287,4	98,33	2,487	297,4	99,56
2,388	277,6	97,09	2,438	287,6	98,36	2,488	297,6	99,59
2,389	277,8	97,11	2,439	287,8	98,38	2,489	297,8	99,61
2,390	278,0	97,14	2,440	288,0	98,41	2,490	298,0	99,63
2,391	278,2	97,17	2,441	288,2	98,43	2,491	298,2	99,66
2,392	278,4	97,19	2,442	288,4	98,46	2,492	298,4	99,68
2,393	278,6	97,22	2,443	288,6	98,48	2,493	298,6	99,71
2,394	278,8	97,24	2,444	288,8	98,51	2,494	298,8	99,73
2,395	279,0	97,27	2,445	289,0	98,53	2,495	299,0	99,76
2,396	279,2	97,29	2,446	289,2	98,56	2,496	299,2	99,78
2,397	279,4	97,32	2,447	289,4	98,58	2,497	299,4	99,80
2,398	279,6	97,35	2,448	289,6	98,61	2,498	299,6	99,83
2,399	279,8	97,37	2,449	289,8	98,63	2,499	299,8	99,85
2,400	280,0	97,40	2,450	290,0	98,66	2,500	300,0	99,88
2,401	280,2	97,42	2,451	290,2	98,68	2,501	300,2	99,90
2,402	280,4	97,45	2,452	290,4	98,70	2,502	300,4	99,92
2,403	280,6	97,47	2,453	290,6	98,73	2,503	300,6	99,95
2,404	280,8	97,50	2,454	290,8	98,75	2,504	300,8	99,97
2,405	281,0	97,52	2,455	291,0	98,78	2,505	301,0	100,00
2,406	281,2	97,55	2,456	291,2	98,80	2,506	301,2	100,02
2,407	281,4	97,58	2,457	291,4	98,83	2,507	301,4	100,04
2,408	281,6	97,60	2,458	291,6	98,85	2,508	301,6	100,07
2,409	281,8	97,63	2,459	291,8	98,88	2,509	301,8	100,09
2,410	282,0	97,65	2,460	292,0	98,90	2,510	302,0	100,12
2,411	282,2	97,68	2,461	292,2	98,93			
2,412	282,4	97,70	2,462	292,4	98,95			
2,413	282,6	97,73	2,463	292,6	98,98			
2,414	282,8	97,75	2,464	292,8	99,00			
2,415	283,0	97,78	2,465	293,0	99,03			
2,416	283,2	97,80	2,466	293,2	99,05			
2,417	283,4	97,83	2,467	293,4	99,07			
2,418	283,6	97,85	2,468	293,6	99,10			
2,419	283,8	97,88	2,469	293,8	99,12			
2,420	284,0	97,90	2,470	294,0	99,15			



---

---

**ICS 83.080.20**

**Descriptors:** plastics, resins, polyvinyl chloride, soluble matter, tests, determination, viscosity index, viscosity measurement.

Price based on 14 pages

---

---



ICS 83.080.00

Descriptors: see ISO document

English version

Plastics - Determination of the viscosity of polymers in dilute solution using capillary viscometers - Part 2: Poly(vinyl chloride) resins (ISO 1628-2:1998)

Kunststoffe - Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung unter Verwendung von Kapillarviskosimetern - Teil 2: Vinylchlorid-Polymere (ISO 1628-2:1998)

This European Standard was approved by CEN on 13 December 1998.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION  
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Central Secretariat: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

## **Foreword**

The text of the International Standard ISO 1628-2:1998 has been prepared by Technical Committee ISO/TC 61 "Plastics" in collaboration with Technical Committee CEN/TC 249 "Plastics", the secretariat of which is held by IBN.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by June 1999, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by June 1999.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

**NOTE FROM CEN/CS:** The foreword is susceptible to be amended on reception of the German language version. The confirmed or amended foreword, and when appropriate, the normative annex ZA for the references to international publications with their relevant European publications will be circulated with the German version.

## **Endorsement notice**

The text of the International Standard ISO 1628-2:1998 was approved by CEN as a European Standard without any modification.

# norm

Kunststoffen - Bepaling van de viscositeit van polymeren in verdunde oplossing met capillaire viscometers -  
Deel 2: Polyvinylchlorideharsen  
(ISO 2628-2:1998)

Plastics - Determination of the viscosity of polymers in dilute solution using capillary viscometers - Part 2: Poly(vinyl chloride) resins (ISO 1628-2:1998)

# NEN-EN-ISO 1628-2

januari 1999  
ICS 83.080.20

Vervangt NEN-ISO 1628-2:1990;  
NEN-EN-ISO 1628-2:1997 Ontw.

Als Nederlandse norm is aanvaard:

- EN ISO 1628-2:1998
- ISO 1628-2:1998

Normcommissie 310 061 "Kunststoffen"

Auteursrecht voorbehouden. Behoudens uitzondering door de wet gesteld mag zonder schriftelijke toestemming van het Nederlands Normalisatie-instituut niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van fotokopie, microfilm, opslag in computerbestanden of anderszins, hetgeen ook van toepassing is op gehele of gedeeltelijke bewerking.

Het Nederlands Normalisatie-instituut is met uitsluiting van ieder ander gerechtigd de door derden verschuldigde vergoedingen voor verveelvoudiging te innen en/of daartoe in en buiten rechte op te treden, voor zover deze bevoegdheid niet is overgedragen c.q. rechtens toekomt aan de Stichting Reprorecht.

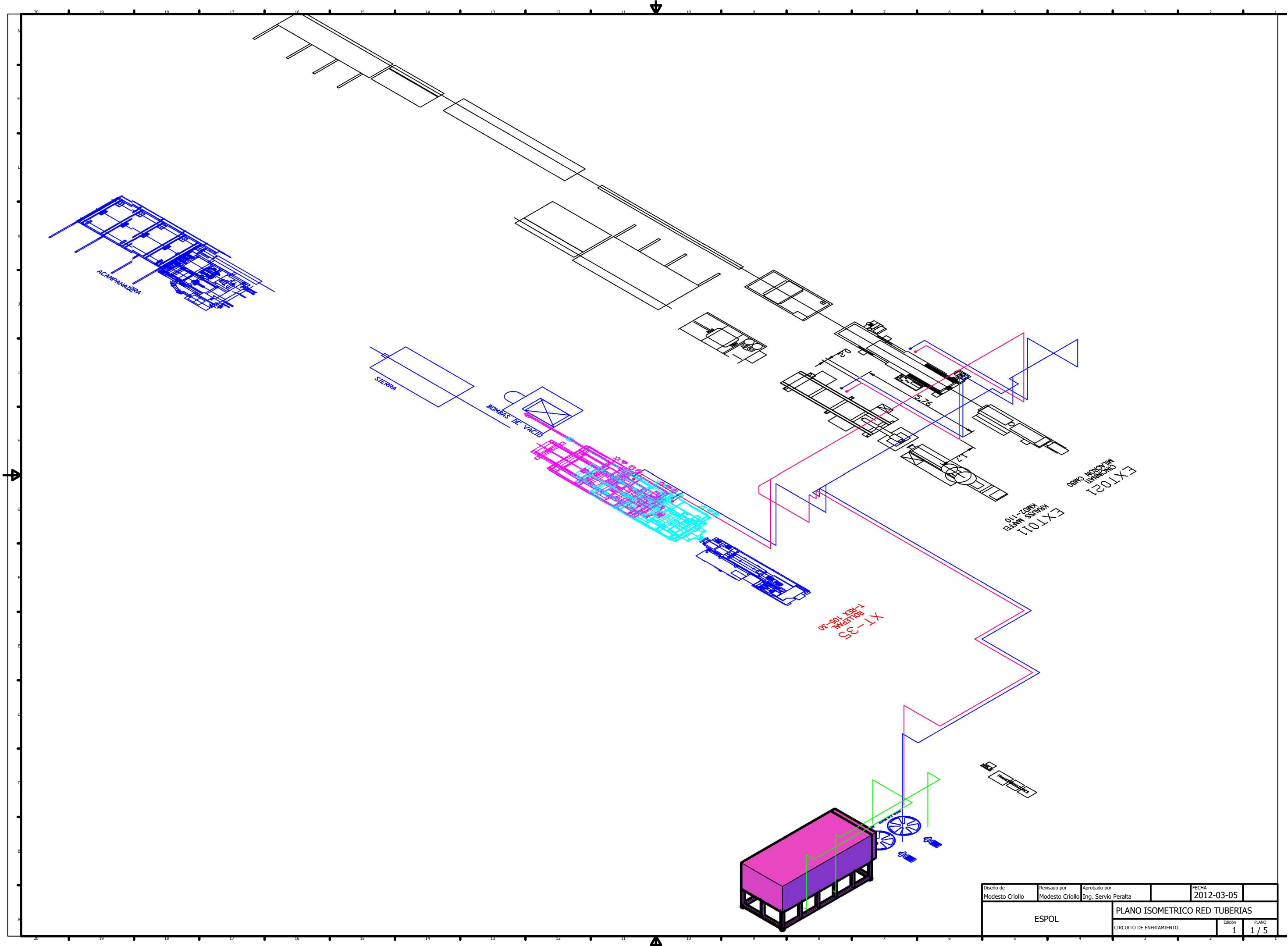
Hoewel bij deze uitgave de uiterste zorg is nagestreefd, kunnen fouten en onvolledigheden niet geheel worden uitgesloten. Het Nederlands Normalisatie-instituut en/of de leden van de commissies aanvaarden derhalve geen enkele aansprakelijkheid, ook niet voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdende met toepassing van door het Nederlands Normalisatie-instituut gepubliceerde uitgaven.

## Nederlands Voorwoord

Voor de in deze norm vermelde normatieve verwijzingen bestaan in Nederland de volgende equivalenten:

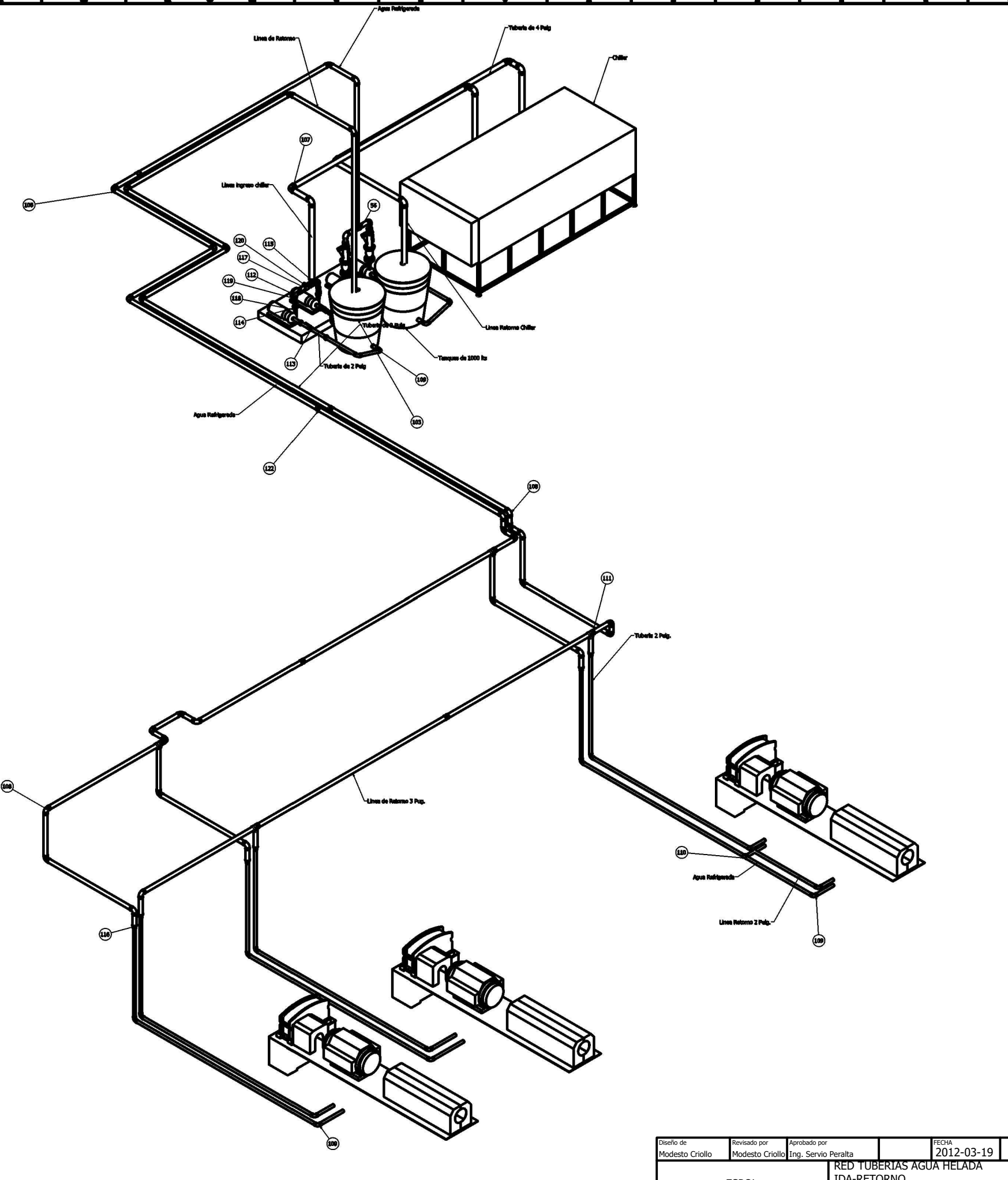
<u>Vermelde norm</u>	<u>Nederlandse norm</u>	<u>Titel</u>
ISO 1042:1998	-	-
ISO 1269:1980	NEN-ISO 1269:1981	Kunststoffen - Homo- en copolymeren van vinylchloride - Bepaling van het gehalte aan vluchtige bestanddelen (water inbegrepen)
ISO 1628-1:1998	NEN-EN-ISO 1628-1:1998	Kunststoffen - Bepaling van de viscositeit van polymeren in verdunde oplossing met capillaire viscometers - Deel 1: Algemene principes
ISO 3105:1994	-	-

# **ANEXO 2**

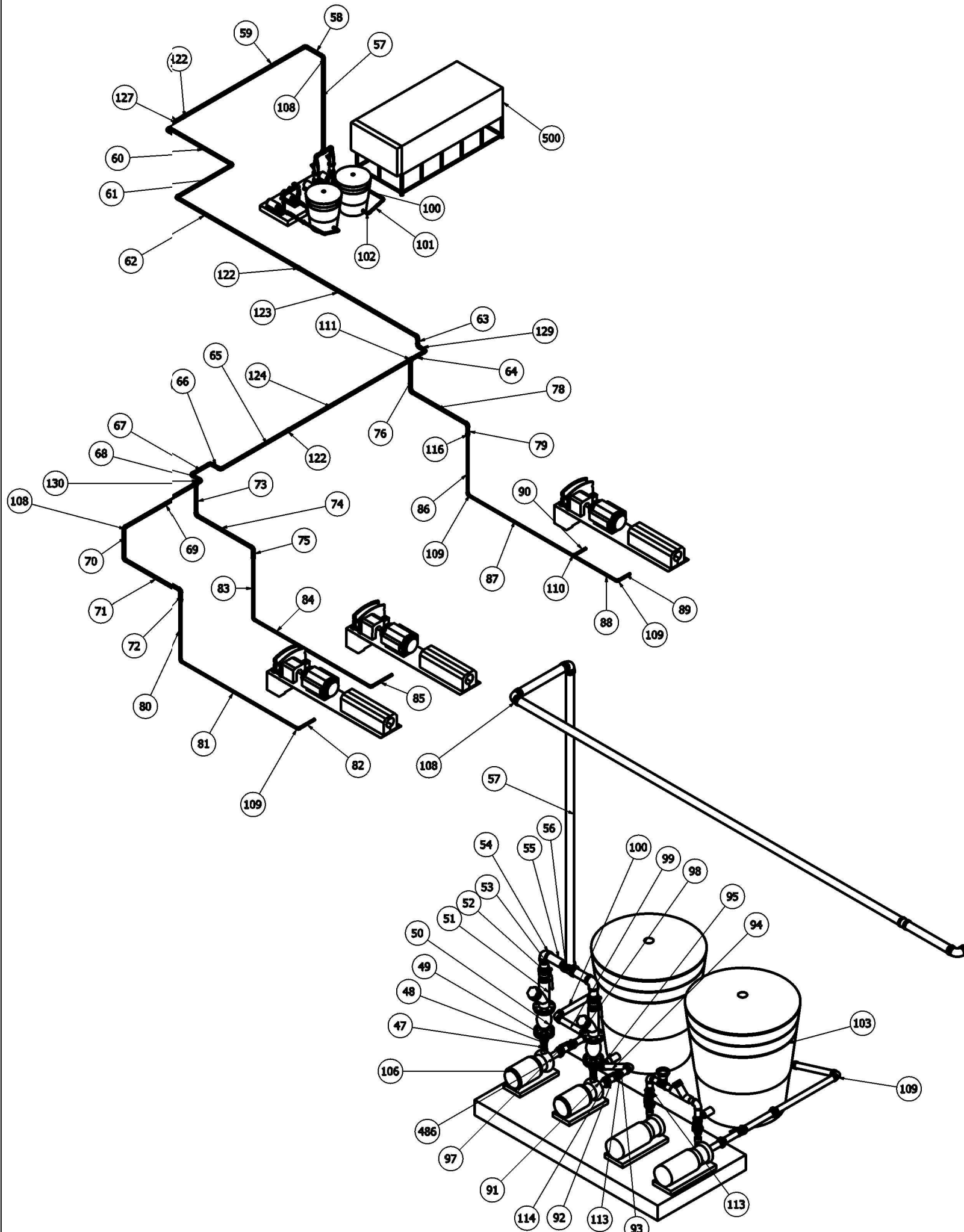


Diseño de Modesto Criollo	Revisado por Modesto Criollo	Aprobado por Ing. Servio Peralta	FECHA 2012-03-05
ESPOL		PLANO ISOMETRICO RED TUBERIAS	
CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO		Edición 1	PLANO 1 / 5

LISTA DE PIEZAS			
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
1	2794,840 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
2	1894,680 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
3	2114,840 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
4	2853,960 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
5	2925,000 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
6	274,530 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
7	1214,130 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
8	2674,620 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
9	2674,620 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
10	233,690 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
11	533,490 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
12	2943,660 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
13	3460,500 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
14	4953,420 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
15	523,240 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
16	513,680 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
17	2710,180 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
18	4953,420 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
19	611,490 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
20	499,740 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
21	2702,850 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
22	3258,850 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
23	777,240 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
24	2894,490 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
25	3338,680 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
26	546,180 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
27	2050,860 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
28	533,490 mm	Tubería de 4 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
29	533,490 mm	Tubería de 4 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
30	2943,660 mm	Tubería de 4 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
31	3491,240 mm	Tubería de 4 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
32	281,940 mm	Tubería de 4 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
33	281,940 mm	Tubería de 4 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
34	2943,660 mm	Tubería de 4 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
35	3028,620 mm	Tubería de 4 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
36	185,430 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
37	241,430 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
38	499,740 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
39	616,640 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
40	693,690 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
41	98,490 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
42	152,490 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
43	184,440 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
44	118,590 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
45	118,590 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
46	148,860 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
47	4	ISO B 2942 Bucleño largo 1 1/2 x 60	Bucleño
48	1	AGNE B14.3 Reductor tamaño 1 - Clase 125 3 x 2	Reductor
49	2	AGNE B14.3 Válvula de retención de chapeta con frasco con resorte - Clase 200 3	Válvula de retención de chapeta
50	2	AGNE B14.3 V Válvula de retención de chapeta con frasco con resorte - Clase 200 3	Válvula de retención de chapeta
51	2	AGNE B14.3 V Válvula de retención de chapeta con frasco con resorte - Clase 150 4	Válvula de retención de chapeta
52	2	Válvula de bola de latón JVS20P de Parker JVS20P-02	Válvula de bola de latón
53	2	ISO B 2942 Bucleño largo 1 1/2 x 120	Bucleño
54	2	AGNE/AGNE B14.13 Codo de 90 grad - Clase 125 3	Codo roscado de bronce fundido de PP - Clase 125
55	20,000 ft	AGNE B14.10H Tubería con frasco roscado 3 - Schedule 30 - 10	Tubería
56	1	JMS/AGNE B14.13 Tubo en T - Clase 200 3	Tubo en T roscado de bronce fundido - Clase 200
57	4000,000 mm	ISO 3053 Tubería curva de 90 grad - Clase 200 3	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
58	724,320 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
59	2925,000 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
60	3114,840 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
61	2853,960 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
62	2925,000 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
63	274,530 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
64	627,390 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
65	3258,850 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
66	375,390 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
67	622,690 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
68	375,390 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
69	3443,240 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
70	1214,130 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
71	2674,620 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
72	325,240 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
73	1275,660 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
74	2674,620 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
75	338,290 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
76	1275,660 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
77	2674,620 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
78	338,290 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
79	338,290 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
80	2943,660 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
81	2925,000 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
82	655,490 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
83	746,790 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
84	2463,860 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
85	3038,970 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
86	677,490 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
87	2463,860 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
88	3038,970 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
89	2074,180 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
90	361,540 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
91	669,680 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
92	65,620 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
93	132,490 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
94	142,540 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
95	420,360 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
96	171,440 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
97	140,360 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
98	134,630 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
99	175,360 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
100	206,790 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
101	130,490 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
102	706,130 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
103	65,620 mm	Tubería de 2 pulg. Plástico-9	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
104	2	Resorte de 1000	Resorte
105	2	Resorte de 1000	Resorte
106	2	Bomba chiller	Bomba
107	2	Bomba agua	Bomba
108	10	ISO 3053 Tubería curva de 90 grad con manguito para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN110	Sistemas de tuberías de plástico para vertidos de residuos y agua (temperatura alta y baja) dentro de edificios - Cloruro de polietileno modificado (PPVC-U)
109	22	ISO 3053 Tubería curva de 90 grad con manguito para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN90	Sistemas de tuberías de plástico para vertidos de residuos y agua (temperatura alta y baja) dentro de edificios - Cloruro de polietileno modificado (PPVC-U)
110	3	AGNE/AGNE B14.13 Tubo en T - Clase 125 3	Tubo en T roscado de bronce fundido - Clase 125
111	4	AGNE B14.11 Tubo en T roscado - Clase 200 3	Tubo en T roscado de bronce fundido - Clase 200
112	2	AGNE/AGNE B14.13 Codo de 90 grad - Clase 125 3	Codo roscado de bronce fundido de PP - Clase 125
113	6	Válvula de bola de latón JVS20P de Parker JVS20P-02	Válvula de bola de latón
114	7	ISO 40 Unión macho y hembra de asiento plano U2 2	Accesorios de hierro fundido maleable - Unión macho y hembra de asiento plano U2
115	1	AGNE/AGNE B14.13 Reductor tamaño 1 - Clase 125 4 x 2	Reductor roscado de bronce fundido de tamaño 1 - Clase 125
116	6	AGNE/AGNE B14.13 Reductor tamaño 1 - Clase 125 3 x 2	Reductor roscado de bronce fundido de tamaño 1 - Clase 125
117	1	AGNE B14.3 V Válvula de retención de chapeta con frasco con resorte a tope - Clase 125 1/2 - Schedule 40	Válvula de retención de chapeta
118	3	ISO B 2942 Bucleño largo 1 1/2 x 60	Bucleño
119	15,000 ft	ASTM A 312/A 312M Tubería con frasco roscado 2 - Schedule 40S - 5	Tubería
120	8,000 ft	ASTM A 312/A 312M Tubería con frasco roscado 2 - Schedule 40S - 5	Tubería
121	1	ISO B 2942 Bucleño roscado 2	Bucleño
122	5	ISO 3053 Acoplador con manguito para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN90	Sistemas de tuberías de plástico para vertidos de residuos y agua (temperatura alta y baja) dentro de edificios - Cloruro de polietileno modificado (PPVC-U)
123	3726,640 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
124	3945,660 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
125	3934,680 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
126	4053,420 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
127	741,690 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
128	76,280 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
129	274,530 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
130	132,490 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
131	274,530 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes
132	76,280 mm	Tubería de 3 pulg. Plástico	Tuberías termoplásticas - Talla universal de acero de paredes



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	FECHA
Modesto Criollo	Modesto Criollo	Ing. Servio Peralta	2012-03-19
ESPOL			RED TUBERIAS AGUA HELADA
			IDA-RETORNO
CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO			Edición
			2 / 5

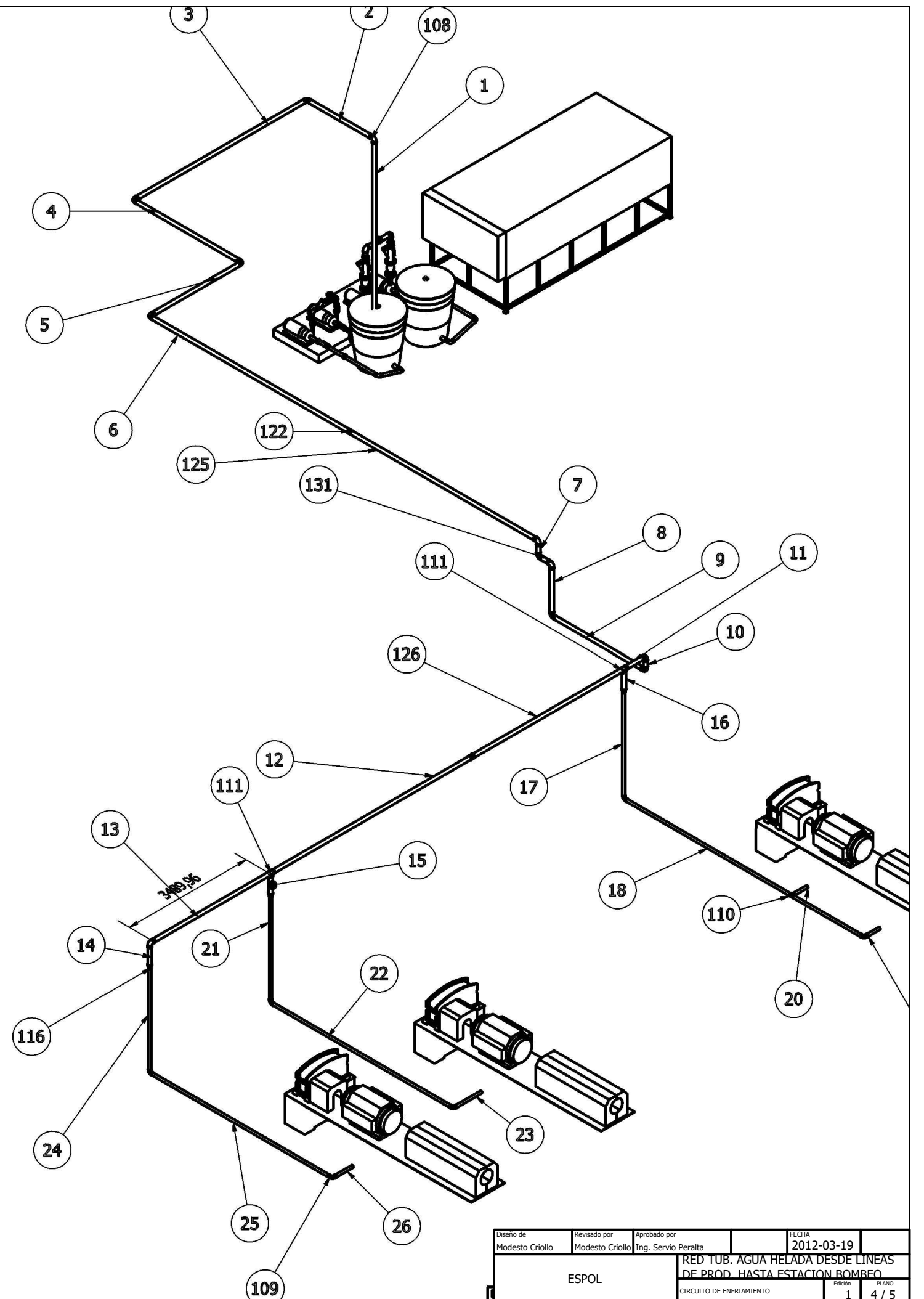


LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
47	4	JIS B 2302 Boquilla larga 2 x 65
48	2	ASME B16.9 Reductor 3 - Schedule 5
49	2	ASME B1.5 Brida con cuello para soldadura - Clase 600 3
50	2	ASME B16.34 Válvula de retención de clapeta con finales con valona - Clase 300 3
51	2	ASME B16.34 Y Válvula de retención de clapeta con finales con valona - Clase 150 4
52	2	Válvula de bola de latón XV520P de Parker XV520P-48
53	2	JIS B 2302 Boquilla larga 3 x 150
54	2	ANSI/ASME B16.15 Codo de 90 grad - Clase 125 3
55	20,000 in	ASME B36.10M Tubería con finales roscados 3 - Schedule 30 - 10
56	1	ANSI/ASME B16.15 Tubo en T - Clase 250 3
57	4000,000 mm	ISO 4065 Tubería DN90x1.2xS40 - 4000
58	754,380 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
59	5935,980 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
60	3114,040 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
61	2633,980 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
62	5935,980 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
63	274,320 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
64	627,380 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
65	3238,500 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
66	373,380 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
67	822,960 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
68	373,380 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
69	3441,700 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
70	1214,120 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
71	2674,620 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
72	335,280 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
73	1275,080 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
74	2674,620 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
75	335,280 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
76	1275,080 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
78	2674,620 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
79	335,280 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
80	2540,000 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
81	5656,580 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
82	746,760 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
83	2463,800 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
84	5656,580 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
85	977,900 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
86	2463,800 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
87	5080,000 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
88	2075,180 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
89	561,340 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
90	609,600 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
91	83,820 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
92	132,080 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
93	142,240 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
94	429,260 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
95	91,440 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
96	149,860 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
97	134,620 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
98	175,260 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
99	398,780 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
100	1300,480 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
101	706,120 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
102	93,980 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica-B
108	31	ISO 3633 Tubería curva de 90 grad con manguitos para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN90
109	22	ISO 3633 Tubería curva de 90 grad con manguitos para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN63
110	3	ANSI/ASME B16.15 Tubo en T - Clase 125 2
111	4	ASME B16.11 Tubo en T roscado - Clase 2000 3
114	7	ISO 49 Unión macho y hembra de asiento plano U2 2
116	6	ANSI/ASME B16.15 Reductor tamaño 1 - Clase 125 3 x 2
122	5	ISO 3633 Acoplador con manguitos para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN90
123	5755,640 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
124	5943,600 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
127	741,680 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
129	274,320 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
130	132,080 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica

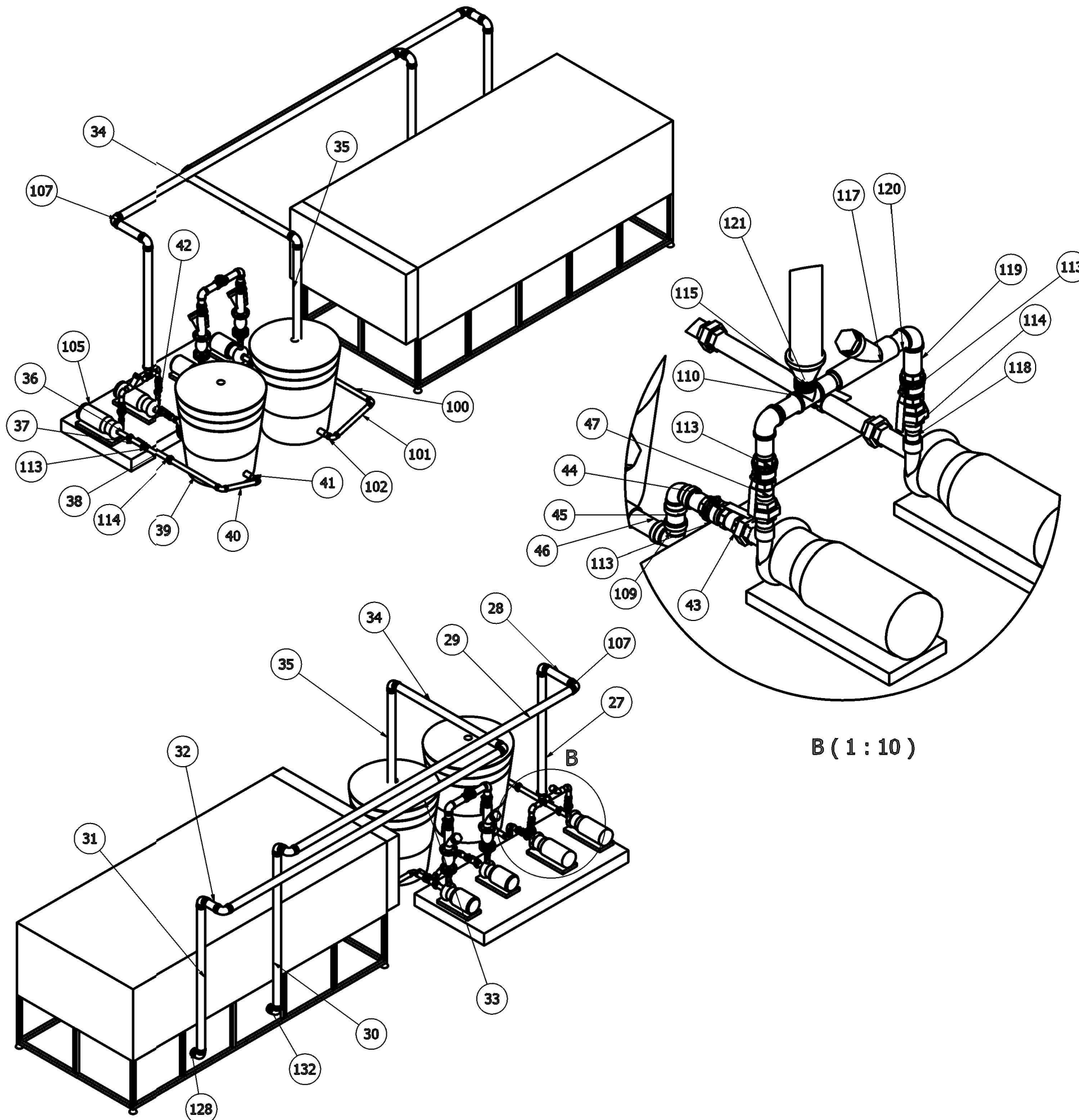
Diseño de Modesto Criollo	Revisado por Modesto Criollo	Aprobado por Ing. Servio Peralta	FECHA 2012-03-19
ESPOL		RED TUBERIAS AGUA HELADA HACIA LINEAS DE PROD. PARED ESTRUCTURADA	
CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO		Edición 1	PLANO 3 / 5



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CANTIDAD	Nº DE PIEZA
1	4765,040 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
2	1884,680 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
3	5057,140 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
4	3114,040 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
5	2633,980 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
6	5935,980 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
7	274,320 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
8	1214,120 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
9	2674,620 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
10	233,680 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
11	533,400 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
12	5943,600 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
13	3489,960 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
14	495,300 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
15	523,240 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
16	513,080 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
17	2710,180 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
18	4935,220 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
19	411,480 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
20	459,740 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
21	2702,560 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
22	5356,860 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
23	777,240 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
24	2664,460 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
25	5356,860 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
26	546,100 mm	Tubería de 2 pulg. Plastica
108	31	ISO 3633 Tubería curva de 90 grad con manguitos para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN90
109	22	ISO 3633 Tubería curva de 90 grad con manguitos para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN63
110	3	ANSI/ASME B16.15 Tubo en T - Clase 125 2
111	4	ASME B16.11 Tubo en T roscado - Clase 2000 3
116	6	ANSI/ASME B16.15 Reductor tamaño 1 - Clase 125 3 x 2
122	5	ISO 3633 Acoplador con manguitos para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN90
125	5554,980 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
126	4495,800 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
127	741,680 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica
131	274,320 mm	Tubería de 3 pulg. Plastica



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	FECHA
Modesto Criollo	Modesto Criollo	Ing. Servio Peralta	2012-03-19
ESPOL			RED TUB. AGUA HELADA DESDE LINEAS DE PROD. HASTA ESTACION BOMBEO
			CIRCUITO DE ENFRIAMIENTO
			Edición PLANO
			1 4 / 5



LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA
27	2050,000 mm	Tubería de 3 pulg. Plástica
28	533,400 mm	Tubería de 4 pulg-Plástica
29	5443,220 mm	Tubería de 4 pulg-Plástica
30	2641,600 mm	Tubería de 4 pulg-Plástica
31	2491,740 mm	Tubería de 4 pulg-Plástica
32	281,940 mm	Tubería de 4 pulg-Plástica
33	5331,460 mm	Tubería de 4 pulg-Plástica
34	2062,480 mm	Tubería de 4 pulg-Plástica
35	2026,920 mm	Tubería de 4 pulg-Plástica
36	185,420 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
37	261,620 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
38	459,740 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
39	916,940 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
40	660,400 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
41	91,440 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
42	152,400 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
43	104,140 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
44	119,380 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
45	124,460 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
46	149,860 mm	Tubería de 2 pulg-Plástica-B
105	2	bomba chiller
107	10	ISO 3633 Tubería curva de 90 grad con manguitos para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN110
109	22	ISO 3633 Tubería curva de 90 grad con manguitos para juntas con anillo de estanqueidad elastomérico DN63
110	3	ANSI/ASME B16.15 Tubo en T - Clase 125 2
112	2	ANSI/ASME B16.15 Codo de 90 grad - Clase 125 2
113	6	Válvula de bola de latón XV520P de Parker XV520P-32
114	7	ISO 49 Unión macho y hembra de asiento plano U2 2
118	2	JIS B 2302 Boquilla larga 1 1/2 x 65
128	76,200 mm	Tubería de 3 pulg. Plástica
132	76,200 mm	Tubería de 3 pulg. Plástica

# **ANEXO 3**

# LÍNEA PRESIÓN

Tuberías y accesorios de PVC  
para conducción de agua potable a presión.

PLASTIGAMA

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





## ÍNDICE GENERAL

Presentación.....	4
Ventajas y Servicios.....	4
Tuberías de PVC para PRESION, Especificaciones Técnicas .....	5
Tuberías de PVC para PRESION, Pérdidas de Carga .....	7
Accesorios de PVC unión E/C, Especificaciones Técnicas .....	11
Solventes Líquidos, Rendimiento en Instalaciones de tuberías de PVC.....	16
Accesorios de PVC unión U/Z, Especificaciones Técnicas .....	17
Pérdidas de Carga en Accesorios de PVC .....	20
Válvulas: Plásticas, Metálicas y de Aire .....	20
Procedimiento para soldar Tuberías de PVC unión E/C .....	24
Procedimiento para acoplar Tuberías de PVC unión U/Z .....	25

Tuberías y accesorios de PVC para conducción de agua potable a presión, es una publicación propiedad de: Mexichem Ecuador S.A. Se prohíbe la reproducción total o parcial por cualquier medio, de cualquier texto, ilustración o imagen sin previa autorización de su titular.

*Fecha de Revisión.: 2013 - 09 - 20*



# TUBERÍAS Y ACCESORIOS DE PVC PARA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE A PRESIÓN

PLASTIGAMA es la primera marca en el país que, aplicando una avanzada tecnología en la fabricación de tuberías de PVC para presión UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C) Y UNIÓN POR SELLADO ELASTOMÉRICO (U/Z), ha posibilitado el uso de este material en:

## SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA:

Instalación de plantas de tratamiento, tuberías de conducción y distribución para ciudades, centros poblados y urbanizaciones.

## SISTEMAS A PRESIÓN Y A GRAVEDAD SISTEMAS DE CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS,

y en general todo tipo de instalaciones a presión.

Este catálogo presenta la línea de tuberías y accesorios de PVC para presión, cuya fabricación y control de calidad se basa en la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA INEN 1373.

## VENTAJAS

Amplia gama de diámetros y presiones

Calidad garantizada.

No transmiten olor ni sabor al agua potable u otros fluidos de consumo humano.

Por su baja conductividad eléctrica, no se produce en el material la corrosión galvánica y/o electrolítica, ni la formación de depósitos o incrustaciones en las paredes interiores, conservando inalterable su sección hidráulica.

Por la inercia química del compuesto de PVC y sus aditivos, resisten al ataque de aguas y suelos agresivos.

Trabajan a grandes presiones y con períodos de vida útil prolongados.

Su módulo de elasticidad les permite una alta resistencia a las sobrepresiones hidrostáticas por Golpe de Ariete y a los esfuerzos producidos por cargas externas del material de relleno, de tráfico y sísmicas.

Su bajo coeficiente de fricción con respecto a otros materiales, asegura una mayor capacidad de conducción.

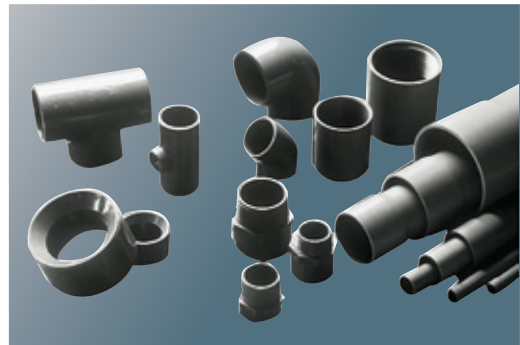
Resisten asentamientos diferenciales y permiten deflexiones.

No favorecen la adherencia de algas, hongos, moluscos, etc.

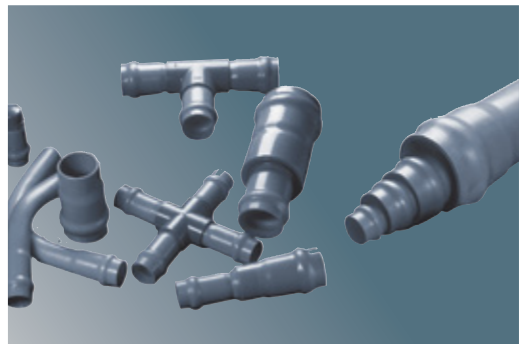
La unión elastomérica facilita la instalación, asegura la hermeticidad y permite la flexibilidad en la unión entre tubos.

Su bajo peso facilita el transporte, manipuleo e instalación.

Facilita el corte con herramientas manuales.



UNIÓN POR CEMENTO SOLVENTE (E/C)



UNIÓN POR SELLADO ELASTOMÉRICO (E/C)

## SERVICIOS

PLASTIGAMA brinda la más completa gama de servicios:

Capacitación Dirigida a:

1. Capacitación Dirigida a:

- Centros de Educación: Técnica y Universitaria.
- Personal: Empresas de servicio sanitario, Ingeniería e instalaciones sanitarias públicas y para edificios, organizaciones comunales, Juntas administradoras y otros.

2. Asistencia Técnica Durante el Proceso de:

- Diseño.
- Adquisición.
- Ejecución de obra.
- Operación.
- Mantenimiento.

3. Red Nacional de Servicios:

- Respuesta personalizada.
- Atención inmediata.
- Inventario de material local.

## TUBERÍAS DE PVC PARA PRESIÓN

### Especificaciones Técnicas

Unión por Cementado Solvente (E/C) y Unión por Sellado Elastomérico (U/Z).

Diámetro Nominal	CÓDIGO		Serie	Espesor de pared	Diámetro Interior	Presión de Trabajo			
	mm	UNIÓN E/C				UNIÓN U/Z	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>	Lb/plg <sup>2</sup>
20		925983	6.3	1.5	17.0	2.00	20.40	290	
		*	5.0	1.8	16.4	2.50	25.50	363	
		*	4.0	2.2	15.6	3.15	32.13	457	
		925984	3.1	2.8	14.4	4.00	40.80	580	
25		925994	8.0	1.5	22.0	1.60	16.32	232	
		*	6.3	1.9	21.2	2.00	20.40	290	
		925995	5.0	2.3	20.4	2.50	25.50	363	
32		926004	10.00	1.5	29.0	1.25	12.75	181	
40		926020	12.5	1.5	37.0	1.00	10.20	145	
		926018	10.0	1.9	36.2	1.25	12.75	181	
50		926023	925856	16.0	1.5	47.0	0.80	8.16	116
		926026	925857	12.5	1.9	46.2	1.00	10.20	145
		926024	925858	10.0	2.4	45.2	1.25	12.75	181
63		926029	20.0	1.5	60.0	0.63	6.43	91	
		926031	925859	16.0	2.0	59.0	0.80	8.16	116
		926033	925860	12.5	2.4	58.2	1.00	10.20	145
			926177	10.0	3.0	57.0	1.25	12.75	181
75		926038	926179	20.0	1.8	71.4	0.63	6.43	91
		926040	926180	16.0	2.3	70.4	0.80	8.16	116
		*	926181	12.5	2.9	69.2	1.00	10.20	145
		*	926182	10.0	3.6	67.8	1.25	12.75	181
90		926041	926183	25.0	1.8	86.4	0.50	5.10	73
		926042	926184	20.0	2.2	85.6	0.63	6.43	91
		926043	926185	16.0	2.8	84.4	0.80	8.16	116
		926046	926186	12.5	3.5	83.0	1.00	10.20	145
		926044	926187	10.0	4.3	81.4	1.25	12.75	181
		*	926188	8.0	5.4	79.2	1.60	16.32	232
110		925950	926117	25.0	2.2	105.6	0.50	5.10	73
		925952	926118	20.0	2.7	104.6	0.63	6.43	91
		925953	926119	16.0	3.4	103.2	0.80	8.16	116
		925956	926120	12.5	4.2	101.6	1.00	10.20	145
		925954	926121	10.0	5.2	99.6	1.25	12.75	181
		*	926122	8.0	6.6	96.8	1.60	16.32	232
125		925958	25.0	2.5	120.0	0.50	5.10	73	
		925959	20.0	3.1	118.8	0.63	6.43	91	
		925960	16.0	3.9	117.2	0.80	8.16	116	
140		925963	951808	25.0	2.7	134.6	0.50	5.10	73
		925964	943320	20.0	3.4	133.2	0.63	6.43	91
		925965	16.0	4.3	131.4	0.80	8.16	116	
160		925967	926124	25.0	3.2	153.6	0.50	5.10	73
		925968	926125	20.0	3.9	152.2	0.63	6.43	91
		925969	926126	16.0	5.0	150.0	0.80	8.16	116
		925972	926127	12.5	6.2	147.6	1.00	10.20	145
		925970	926128	10.0	7.6	144.8	1.25	12.75	181
		*	926129	8.0	9.6	140.8	1.60	16.32	232
200		925975	926130	25.0	3.9	192.2	0.50	5.10	73
		925976	926131	20.0	4.9	190.2	0.63	6.43	91
		925977	926132	16.0	6.2	187.6	0.80	8.16	116
		925979	926133	12.5	7.7	184.6	1.00	10.20	145
		925981	926134	10.0	9.5	181.0	1.25	12.75	181
		*	926135	8.0	12.0	176.0	1.60	16.32	232

\*Producto de fabricación bajo pedido, sujeto a lote mínimo de producción de acuerdo mutuo, cliente - fábrica, en tiempo de entrega.



# TUBERÍAS DE PVC PARA PRESIÓN

## Especificaciones Técnicas

Unión por Cementado Solvente (E/C) y Unión por Sellado Elastomérico (U/Z).

DIÁMETRO NOMINAL	CÓDIGO		SERIE	ESPESOR DE PARED	DIÁMETRO INTERIOR	PRESIÓN DE TRABAJO			
	mm	UNIÓN E/C				UNIÓN U/Z	s	mm	mm
225		925985*	926137	200	5.5	214.0	0.63 <sup>■</sup>	5.10	91
		925986*	926138	16.0	7.0	211.0	0.80	8.16	116
250		925987	926140	25.0	4.9	240.2	0.50	6.43	73
		925988	926141	20.0	6.1	237.8	0.63	8.16	116
		925989	926142	16.0	9.6	230.8	1.00	10.20	145
		925991	926143	12.5	11.9	226.2	1.25	12.75	181
		925990	926144	10.0	15.0	220.0	1.60	16.32	232
315			926145	8.0	15.0	220.0	1.60	16.32	232
		925998	926146	25.0	6.2	302.6	0.50	5.10	73
		926002	926147	20.0	7.7	299.6	0.63	6.43	91
		925999	926148	16.0	9.8	295.4	0.80	8.16	116
		926001	926149	12.5	12.1	290.8	1.00	10.20	145
		926000	926150*	10.0	15.0	285.0	1.25	12.75	181
355			926151*	8.0	18.9	277.2	1.60	16.32	232
		926049	926152	25.0	7.0	341.0	0.50 <sup>■</sup>	5.10	73
		925949	926153	20.0	8.7	337.6	0.63	6.43	91
		926007	926154	16.0	11.0	333.0	0.80	8.16	116
		926009	926155	12.5	13.7	327.6	1.00	10.20	145
		926008	926156*	10.0	16.9	321.2	1.25	12.75	181
400			926157*	8.0	21.4	312.2	1.60	16.32	232
		926011	926158*	25.0	7.9	384.2	0.50 <sup>■</sup>	5.10	73
		926013	926159*	20.0	9.8	380.4	0.63	6.43	91
		926014	926160*	16.0	12.4	375.2	0.80	8.16	116
		926017	926161*	12.5	15.4	369.2	1.00	10.20	145
		926015	926162*	10.0	19.0	362.0	1.25	12.75	181
450			926163*	8.0	24.1	351.8	1.60	16.32	232
			926164*	20.0	11.0	428.0	0.63	6.43	91
			947134*	16.0	13.8	422.4	0.80	8.16	116
			926165*	12.5	17.2	415.6	1.00	10.20	145
500			947115*	10.0	21.5	407.0	1.25	12.75	181
			926165*	20.0	12.3	475.4	0.63	6.43	91
			926167*	16.0	15.5	469.0	0.80	8.16	116
			926168*	12.5	19.2	461.6	1.00	10.20	145
630			926169*	10.0	23.8	452.4	1.25	12.75	181
			926170*	16.0	19.5	591.0	0.80	8.16	116
			926171*	12.5	24.2	581.6	1.00	10.20	145
			926172*	20.0	15.5	599.0	0.63	6.43	91
		926173*	25.0	12.4	605.4	0.50	5.10	73	
		926174*	10.0	30.0	570.0	1.25	12.75	181	

\* Producto de fabricación bajo pedido, sujeto a lote mínimo de producción de acuerdo mutuo, cliente - fábrica, en tiempo de entrega.

■ Tubería de fabricación especial, mediante acuerdo entre fabricante y cliente.

## TUBERÍAS Y ACCESORIOS

### Pérdidas de Carga

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías por cada diámetro, según la fórmula de Hazen - Williams  $V = 0.849 C R^{0.63} S^{0.54} C=150$

D. Nominal (mm)		20		25		32		40		50		63	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm												
0.01	0.16	0.02	0.04										
0.02	0.32	0.08	0.09	0.02	0.05								
0.04	0.63	0.30	0.18	0.09	0.11								
0.06	0.95	0.63	0.26	0.18	0.16								
0.08	1.27	1.08	0.35	0.31	0.21								
0.10	1.59	1.63	0.44	0.46	0.26								
0.20	3.17	5.88	0.88	1.68	0.53	0.44	0.30						
0.30	4.76	12.46	1.32	3.55	0.79	0.92	0.45						
0.40	6.35	21.22	1.76	6.05	1.05	1.58	0.61						
0.50	7.94	32.06	2.20	9.14	1.32	2.38	0.76	0.73	0.47				
0.60	9.52	44.94	2.64	12.81	1.58	3.34	0.91	1.02	0.56				
0.70	11.11			17.03	1.84	4.44	1.06	1.36	0.65				
0.80	12.70			21.81	2.10	5.68	1.21	1.74	0.74				
0.90	14.29			27.12	2.37	7.07	1.36	2.16	0.84	0.73	0.54		
1.00	15.87			32.96	2.63	8.59	1.51	2.62	0.93	0.89	0.60		
1.20	19.05					12.03	1.82	3.68	1.12	1.25	0.72		
1.40	22.22					16.01	2.12	4.89	1.30	1.66	0.84	0.54	0.53
1.60	25.40					20.50	2.42	6.26	1.49	2.12	0.95	0.69	0.60
1.80	28.57					25.49	2.73	7.78	1.67	2.64	1.07	0.86	0.68
2.00	31.75							9.46	1.86	3.21	1.19	1.04	0.75
2.20	34.92							11.29	2.05	3.83	1.31	1.24	0.83
2.40	38.10							13.26	2.23	4.50	1.43	1.46	0.90
2.60	41.27							15.38	2.42	5.22	1.55	1.69	0.98
2.80	44.44							17.64	2.60	5.98	1.67	1.94	1.05
3.00	47.62									6.80	1.79	2.21	1.13
3.25	51.59									7.88	1.94	2.56	1.22
3.50	55.56									9.04	2.09	2.94	1.32
3.75	59.52									10.27	2.24	3.34	1.41
4.00	63.49									11.58	2.39	3.76	1.50
4.25	67.46									12.95	2.54	4.21	1.60
4.50	71.43									14.40	2.68	4.68	1.69
4.75	75.40											5.17	1.79
5.00	79.37											5.68	1.88
5.25	83.33											6.22	1.97
5.50	87.30											6.78	2.07
5.75	91.27											7.36	2.16
6.00	95.24											7.97	2.26
6.25	99.21											8.59	2.35
6.50	103.17											9.24	2.44
6.75	107.14											9.91	2.54
7.00	111.11											10.60	2.63
7.25	115.08											11.31	2.73

PC: Pérdida de carga en metro de columna de agua por cada 100m de tubería

V: Velocidad en metros por segundo (m/s)

C: Coeficiente de rugosidad (150)

lps: litros por segundo

gpm: galones por minuto

# TUBERÍAS DE PVC PARA PRESIÓN

## Pérdidas de Carga

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams  $V = 0.849 CR^{0.63} S^{0.54} C = 150$

D. Nominal (mm)		75		90		110		125		140		160	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm												
3.0	48	0.95	0.80	0.39	0.55								
3.5	56	1.26	0.93	0.52	0.65								
4.0	63	1.62	1.06	0.67	0.74								
4.5	71	2.01	1.20	0.83	0.83								
5.0	79	2.45	1.33	1.01	0.92								
5.5	87	2.92	1.46	1.20	1.02	0.45	0.68						
6.0	95	3.43	1.60	1.41	1.11	0.53	0.74						
6.5	103	3.98	1.73	1.64	1.20	0.61	0.80						
7.0	111	4.56	1.86	1.88	1.29	0.70	0.86	0.38	0.67				
7.5	119	5.18	1.99	2.14	1.39	0.80	0.93	0.43	0.72				
8.0	127	5.84	2.13	2.41	1.48	0.90	0.99	0.48	0.76				
8.5	135	6.53	2.26	2.70	1.57	1.01	1.05	0.54	0.81				
8.6	137	6.68	2.29	2.75	1.59	1.03	1.06	0.55	0.82	0.32	0.66		
8.7	138	6.82	2.31	2.81	1.61	1.05	1.07	0.57	0.83	0.33	0.66		
8.8	140	6.97	2.34	2.87	1.63	1.07	1.09	0.58	0.84	0.33	0.67		
9.0	143	7.26	2.39	3.00	1.66	1.12	1.11	0.60	0.86	0.35	0.69		
10.0	159			3.64	1.85	1.36	1.23	0.73	0.96	0.42	0.76		
11.0	175			4.34	2.03	1.62	1.36	0.87	1.05	0.50	0.84	0.26	0.64
12.0	190			5.10	2.22	1.91	1.48	1.03	1.15	0.59	0.92	0.31	0.70
13.0	206			5.92	2.40	2.21	1.60	1.19	1.24	0.69	0.99	0.36	0.76
14.0	222			6.79	2.59	2.54	1.73	1.36	1.34	0.79	1.07	0.41	0.82
15.0	238			7.71	2.77	2.88	1.85	1.55	1.43	0.89	1.14	0.47	0.88
16.0	254					3.25	1.97	1.75	1.53	1.01	1.22	0.53	0.94
18.0	286					4.04	2.22	2.17	1.72	1.25	1.37	0.66	1.05
20.0	317					4.91	2.47	2.64	1.91	1.52	1.53	0.80	1.17
22.0	349					5.86	2.71	3.15	2.10	1.82	1.68	0.95	1.29
24.0	381					6.88	2.96	3.70	2.29	2.13	1.83	1.12	1.40
26.0	413							4.29	2.49	2.48	1.98	1.29	1.52
28.0	444							4.92	2.68	2.84	2.14	1.48	1.64
30.0	476							5.59	2.87	3.23	2.29	1.69	1.75
32.0	508									3.64	2.44	1.90	1.87
34.0	540									4.07	2.59	2.13	1.99
36.0	571									4.52	2.75	2.36	2.10
38.0	603									5.00	2.90	2.61	2.22
40.0	635											2.87	2.34
42.0	667											3.15	2.45
44.0	698											3.43	2.57
46.0	730											3.72	2.69
48.0	762											4.03	2.81
50.0	794											4.34	2.92
52.0	825											4.67	3.04
54.0	857											5.01	3.16

PC: Pérdida de carga en metro de columna de agua por cada 100m de tubería

V: Velocidad en metros por segundo (m/s)

C: Coeficiente de rugosidad (150)

lps: litros por segundo

gpm: galones por minut

## TUBERÍAS DE PVC PARA PRESIÓN

### Pérdidas de Carga

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías por cada diámetro, según la fórmula de Hazen – Williams  $V = 0.849 CR^{0.63} S^{0.54} C=150$

D. Nominal (mm)		200		225		250		315		355		400	
Caudal		Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V	Pc	V
lps	gpm												
22	349	0.32	0.82										
24	381	0.38	0.90										
26	413	0.44	0.97	0.25	0.77								
28	444	0.50	1.05	0.28	0.83								
30	476	0.57	1.12	0.32	0.89	0.19	0.72						
32	508	0.64	1.20	0.36	0.95	0.22	0.76						
34	540	0.72	1.27	0.40	1.00	0.24	0.81						
38	603	0.88	1.42	0.50	1.12	0.30	0.91						
42	667	1.06	1.57	0.60	1.24	0.36	1.00						
46	730	1.25	1.72	0.71	1.36	0.42	1.10	0.14	0.69				
50	794	1.46	1.87	0.83	1.48	0.49	1.20	0.16	0.75				
54	857	1.69	2.02	0.95	1.60	0.57	1.29	0.18	0.81				
58	921	1.92	2.17	1.09	1.71	0.65	1.39	0.21	0.87	0.12	0.69		
62	984	2.18	2.32	1.23	1.83	0.73	1.48	0.24	0.93	0.13	0.74		
68	1079	2.58	2.54	1.46	2.01	0.87	1.63	0.28	1.02	0.16	0.81		
74	1175	3.02	2.76	1.70	2.19	1.02	1.77	0.33	1.11	0.18	0.88		
80	1270	3.49	2.99	1.97	2.36	1.18	1.91	0.38	1.20	0.21	0.95	0.12	0.75
86	1365			2.25	2.54	1.34	2.06	0.44	1.29	0.24	1.02	0.14	0.80
92	1460			2.55	2.72	1.52	2.20	0.49	1.39	0.28	1.09	0.15	0.86
98	1556			2.87	2.90	1.71	2.34	0.56	1.48	0.31	1.116	0.17	0.92
104	1651			3.20	3.07	1.91	2.49	0.62	1.57	0.35	1.23	0.19	0.97
110	1746					2.12	2.63	0.69	1.66	0.39	1.31	0.22	1.03
118	1873					2.41	2.82	0.78	1.78	0.44	1.40	0.25	1.10
126	2000					2.73	3.01	0.88	1.90	0.50	1.49	0.28	1.18
134	2127					3.05	3.20	0.99	2.02	0.56	1.59	0.31	1.25
142	2254					3.40	3.39	1.10	2.14	0.62	1.68	0.35	1.33
150	2381							1.22	2.26	0.68	1.78	0.38	1.40
160	2540							1.38	2.41	0.77	1.90	0.43	1.49
170	2698							1.54	2.56	0.86	2.02	0.48	1.59
180	2857							1.71	2.71	0.96	2.14	0.54	1.68
190	3016							1.89	2.86	1.06	2.25	0.59	1.77
202	3206							2.12	3.04	1.19	2.40	0.66	1.89
214	3397									1.32	2.54	0.74	2.00
226	3587									1.46	2.68	0.82	2.11
238	3778									1.61	2.82	0.90	2.22
250	3968									1.76	2.97	0.98	2.34
262	4159									1.92	3.11	1.07	2.45
276	4381											1.18	2.58
290	4603											1.29	2.71
304	4825											1.41	2.84
318	5048											1.54	2.97
332	5270											1.66	3.10

PC: Pérdida de carga en metro de columna de agua por cada 100m de tubería

V: Velocidad en metros por segundo (m/s)

C: Coeficiente de rugosidad (150)

lps: litros por segundo

gpm: galones por minuto

## TUBERÍAS DE PVC PARA PRESIÓN

### Pérdidas de Carga

Cálculo de las pérdidas de carga en base a tuberías por cada diámetro, según la fórmula de Hazen - Williams  $V = 0.849 CR^{0.63} S^{0.54} C=150$

D. Nominal (mm)		500		630	
Caudal		Pc	V	Pc	V
lps	gpm				
158	2508	0.14	0.94		
172	2730	0.17	1.03		
186	2952	0.19	1.11	0.06	0.70
200	3175	0.22	1.20	0.07	0.75
214	3397	0.25	1.28	0.08	0.80
228	3619	0.28	1.36	0.09	0.86
242	3841	0.31	1.45	0.10	0.91
256	4063	0.35	1.53	0.11	0.96
270	4286	0.38	1.61	0.12	1.02
284	4508	0.42	1.70	0.14	1.07
298	4730	0.46	1.78	0.15	1.12
312	4952	0.50	1.86	0.16	1.17
326	5175	0.54	1.95	0.18	1.23
340	5397	0.59	2.03	0.19	1.28
354	5619	0.63	2.12	0.20	1.33
368	5841	0.68	2.20	0.22	1.39
382	6063	0.73	2.28	0.24	1.44
396	6286	0.78	2.37	0.25	1.49
410	6508	0.83	2.45	0.27	1.54
424	6730	0.88	2.53	0.29	1.60
438	6952	0.94	2.62	0.30	1.65
452	7175	0.99	2.70	0.32	1.70
466	7397	1.05	2.78	0.34	1.75
480	7619	1.11	2.87	0.36	1.81
494	7841	1.17	2.95	0.38	1.86
508	8063	1.23	3.04	0.40	1.91
522	8286			0.42	1.96
536	8508			0.44	2.02
550	8730			0.46	2.07
564	8952			0.49	2.12
578	9175			0.51	2.18
592	9397			0.53	2.23
606	9619			0.55	2.28
620	9841			0.58	2.33
634	10063			0.60	2.39
648	10286			0.63	2.44
662	10508			0.65	2.49
676	10730			0.68	2.54
690	10952			0.70	2.60
708	11238			0.74	2.66
726	11524			0.77	2.73
746	11841			0.81	2.81

PC: Pérdida de carga en metro de columna de agua por cada 100m de tubería

V: Velocidad en metros por segundo (m/s)

C: Coeficiente de rugosidad (150)

lps: litros por segundo

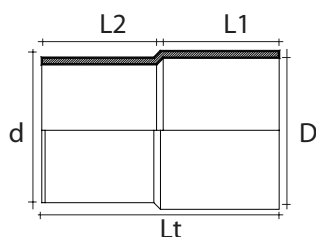
gpm: galones por minuto

## ACCESORIOS UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C)

### INYECTADOS DE PVC (1MPa)

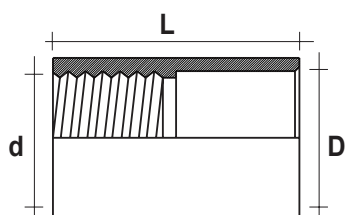
Para Presiones Mayores consultar con el Departamento de Asistencia Técnica

#### ADAPTADOR ASTM-ISO E/C



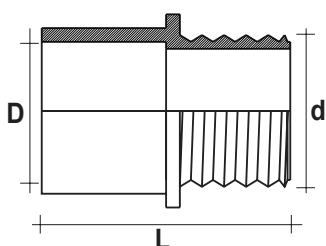
CÓDIGO	DIÁMETRO	d (mm)	D (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	Lt (mm)
924403	1/2" A 20 mm	20	21	20	20	45
	3/4" A 25 mm	25	27	20	20	45
924402	1" A 32 mm	32	33	25	25	55
924401	1 1/4" A 40 mm	40	42	30	30	65
924400	1 1/2" A 50 mm	50	48	40	35	80
924404	2" A 63 mm	63	60	50	40	95
924405	3" A 90 mm	90	89	70	55	135
924406	4" A 110 mm	110	114	80	65	126
926495	6" A 160 mm	160	168	120	105	235
924407	8" A 200 mm	200	219	150	125	290

#### ADAPTADOR HEMBRA C/R-E/C



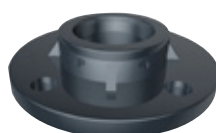
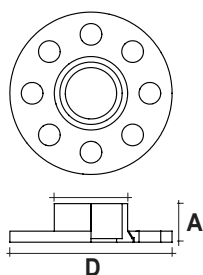
CÓDIGO	DIÁMETRO	L (mm)
924452	20 mm a 1/2"	37
924456	25 mm a 1/2"	37
924457	25 mm a 3/4"	37
924458	32 mm a 1"	43
924459	40 mm a 1 1/4"	55
924461	50 mm a 1 1/2"	57
924463	63 mm a 2"	81
924464	90 mm a 3"	135
924449	110 mm a 4"	135
924450*	160 mm a 6"	212
924451*	200 mm a 8"	213

#### ADAPTADOR MACHO C/R-E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	L (mm)
924469	20 mm a 1/2"	36
926486	25 mm a 3/4"	40
924473	32 mm a 1"	44
924474	40 mm a 1 1/4"	55
924475	50 mm a 1 1/2"	60
924480	63 mm a 2"	83
924485	90 mm a 3"	100
924466	110 mm a 4"	120
924467	160 mm a 6"	160
924468	200 mm a 8"	180

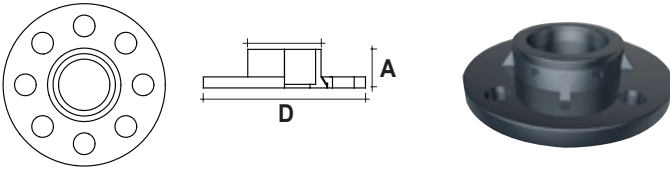
#### BRIDA INYECTADA SOLDABLE E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	D (mm)	A (mm)
924277	63 mm @ 145 psi	164	96
924278	75 mm @ 145 psi	185	52.50
924279	90 mm @ 145 psi	198	116
924280	110 mm @ 145 psi	235	137
924267	160 mm @ 116 psi	284	165
964266	200 mm @ 116 psi	340	198
964265	250 mm @ 116 psi	340	198

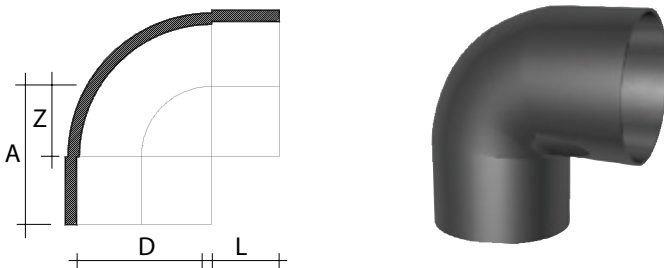
# ACCESORIOS UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C) INYECTADOS DE PVC (1MPa)

## BRIDA COMPACTA PVC INY E/C



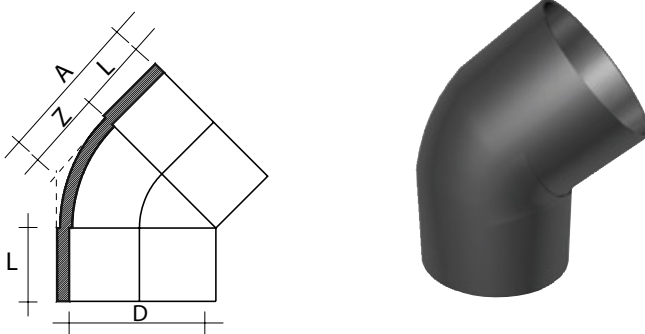
CÓDIGO	DIÁMETRO	D1 (mínimo) (mm)
924274	2" SH40	60,47
924275	3" SH40	89,10
924276	4" SH40	114,53

## CODO E/C x 90°



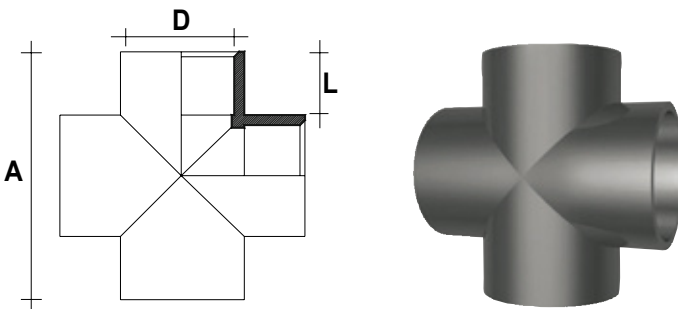
CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	L (mm)	Z (mm)
924985	20 mm	27	16	11
924981	25 mm	32	19	14
924903	32 mm	39	22	17
924905	40 mm	47	26	21
924952	50 mm	57	31	26
924921	63 mm	70	38	33
924914	75 mm	85	44	39
924918	90 mm	97	51	46
924979	110 mm	105	58	54
924887	125 mm	117	61	56
924889	140 mm	150	128	56
924891	160 mm	178	180	81
924894	200 mm	207	220	101
924898	225 mm	235	245	115
924899	250 mm	265	281	130

## CODO E/C x 45°



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	L (mm)	Z (mm)
924895	20 mm	21	16	5
924986	25 mm	25	19	6
926686	32 mm	30	22	8
924904	40 mm	36	26	10
924908	50 mm	43	31	12
924912	63 mm	52	38	14
924913	75 mm	78	44	34
924917	90 mm	71	51	20
924983	110 mm	85	61	24
924886	125 mm	85	61	24
924888	140 mm	120	86	34
924890	160 mm	120	86	34
924893	200 mm	149	106	43
924897	225 mm	198	106	90

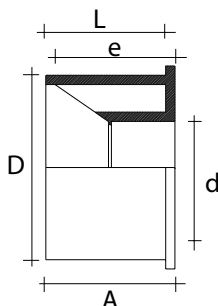
## CRUZ E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	L (mm)
925117	25 mm	65	19
925118	32 mm	80	22
925113	40 mm	96	26
925119	50 mm	116	31
925120	63 mm	143	38
925121	90 mm	197	51
925116	110 mm	238	61

## ACCESORIOS UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C) INYECTADOS DE PVC (1MPa)

### REDUCTOR BUJE E/C



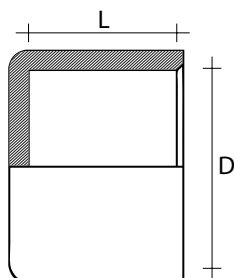
CÓDIGO	DIÁMETRO D d	A (mm)	L (mm)	e (mm)
924643	25 A 20 mm	19	19	19
924729	32 A 25 mm	29	22	19
924653	40 A 32 mm			
924608	50 A 40 mm	36	32	25
924609	63 A 50 mm	44	44	31
924644	75 A 50 mm	44	44	31
924645	75 A 63 mm	44	44	31
924646	90 A 63 mm	51	51	44
924647	90 A 75 mm	51	51	44
924634	110 A 90 mm	61	61	51
924635	125 A 110 mm	61	61	51
924636	140 A 110 mm	216	86	61
924637	140 A 125 mm	216	86	61
924638	160 A 110 mm	216	86	61
924639	160 A 125 mm	216	86	61
924640	160 A 140 mm	216	86	61
924651	200 A 160 mm	242	106	86

### REDUCTOR LARGO E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	D1(Promedio) (mm)	d1(Promedio) (mm)
924618	25 A 20 mm	25.15	20.15
924619	32 A 20 mm	32.15	20.15
924620	40 A 20 mm	40.15	20.15
924621	40 A 25 mm	40.15	25.15
924622	50 A 20 mm	50.15	20.15
924623	50 A 25 mm	50.15	25.15
924624	50 A 32 mm	50.15	32.15
924625	50 A 40/32 mm	50.15	40.15/32.15
924626	50 A 40 mm	50.15	40.15
924627	63 A 25 mm	63.15	25.15
924628	63 A 32 mm	63.15	32.15
924629	63 A 40 mm	63.15	40.15
924630	75 A 50 mm	75.15	50.15
924631	75 A 63 mm	75.15	63.15
924632	90 A 40 mm	90.15	40.15
924633	90 A 50 mm	90.15	50.15
924634	90 A 75/63 mm	90.15	75.15/63.15
924635	110 A 50 mm	110.15	50.05
924636	110 A 75 mm	110.15	75.15

### TAPÓN HEMBRA E/C

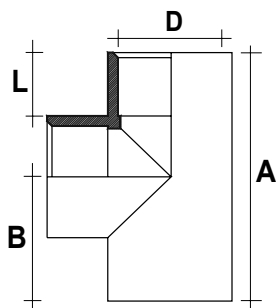


CÓDIGO	DIÁMETRO	L (mm)
925522	20 mm	16
925535	25 mm	19
925536	32 mm	22
925537	40 mm	26
925540	50 mm	31
925538	63 mm	38
925528	75 mm	44
925530	90 mm	51
925517	110 mm	61
925518	125 mm	72
925519	140 mm	74
925520	160 mm	86
925521	200 mm	106



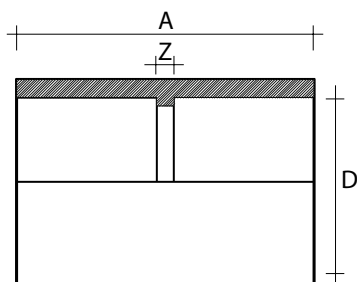
## ACCESORIOS UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C) INYECTADOS DE PVC (1MPa)

### TEE E/C



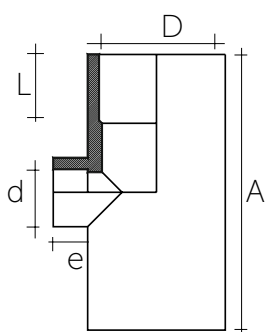
CÓDIGO	DIÁMETRO	A	B	L
		(mm)	(mm)	(mm)
925650	20 mm	54	27	16
925659	25 mm	64	32	19
925660	32 mm	78	39	22
925651	40 mm	97	48	26
925670	50 mm	114	57	31
925661	63 mm	140	70	38
925609	75 mm	170	85	44
962366	90 mm	200	100	51
925646	110 mm	234	117	61
925605	125 mm	266	133	69
925606	140 mm	306	153	76
925647	160 mm	348	174	86
925649	200 mm	414	207	106
925608	250 mm	518	259	131

### UNIÓN SOLDABLE E/C



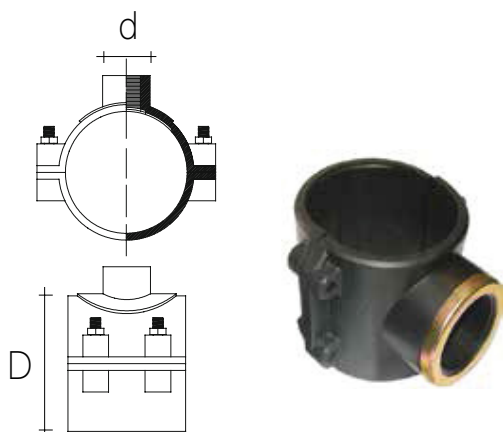
CÓDIGO	DIÁMETRO	A	Z
		(mm)	(mm)
926326	20 mm	35	3
926310	25 mm	40	3
926312	32 mm	47	3
926313	40 mm	55	3
926314	50 mm	68	3
926315	63 mm	78	3
926316	75 mm	91	4
926317	90 mm	107	5
926308	110 mm	128	6
926309	160 mm	180	8
926318	200 mm	220	8

### TEE REDUCTORA E/C



CÓDIGO	DIÁMETRO	A	L	e
		(mm)	(mm)	(mm)
925809	25 A 20 mm	66	19	16
925770	32 A 20 mm	78	22	16
925771	32 A 25 mm	78	22	19
925773	40 A 25 mm	94	26	19
925810	40 A 32 mm	94	26	22
925707	50 A 20 mm	114	31	16
925708	50 A 25 mm	114	31	19
925775	50 A 32 mm	114	31	22
925776	50 A 40 mm	114	31	26
925777	63 A 20 mm	142	38	16
925709	63 A 25 mm	142	38	19
925779	63 A 32 mm	142	38	22
925812	63 A 50 mm	142	38	31
925780	75 A 63 mm	166	44	38
925711	90 A 63 mm	196	51	38
925712	90 A 75 mm	196	51	44
925761	110 A 63 mm	236	61	38
925696	110 A 75 mm	236	61	44
925697	110 A 90 mm	236	61	51
925699	125 A 63 mm	270	69	38
925700	125 A 75 mm	270	69	44
925701	125 A 90 mm	270	69	51
925698	125 A 110 mm	270	69	61
925703	140 A 75 mm	296	76	44
925704	140 A 90 mm	296	76	51
925702	140 A 110 mm	296	76	61
925764	160 A 63 mm	336	86	38
925765	160 A 90 mm	336	86	51
925808	160 A 110 mm	336	86	61
925705	160 A 140 mm	336	86	76
925706	200 A 160 mm	370	87	86

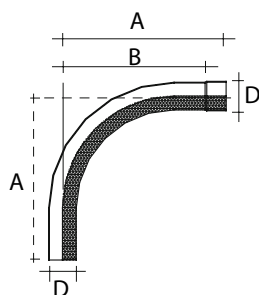
## ACCESORIOS UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C) INYECTADOS PLÁSTICOS PE y PP (1MPa) COLLAR PARA DERIVACIÓN REFORZADO



CÓDIGO	DIÁMETRO	PN	CÓDIGO	DIÁMETRO	PN
925084	20mm x 1/2"	10	926670	90mm x 1"	10
925077	25mm x 1/2"	10	925047	90mm x 2"	11
925072	25mm x 3/4"	10	925071	110mm x 1/2"	10
925073	32mm x 1/2"	10	925068	110mm x 3/4"	10
925085	32mm x 3/4"	10	926638	110mm x 1"	10
925086	40mm x 1/2"	10	925037	110mm x 2"	10
925087	40mm x 3/4"	10	925048	125mm x 1"	10
925067	50mm x 1/2"	10	925038	125mm x 2"	10
925070	50mm x 3/4"	10	925051	140mm x 1/2"	10
926666	50mm x 1"	10	925054	140mm x 3/4"	10
925079	63mm x 1/2"	10	925039	140mm x 2"	10
925080	63mm x 3/4"	10	925082	160mm x 1/2"	10
925045	63mm x 1"	10	925083	160mm x 3/4"	10
925074	75mm x 1/2"	10	925081	160mm x 1"	10
925088	75mm x 3/4"	10	925040	160mm x 2"	10
926667	75mm x 1"	10	925056	200mm x 1/2"	10
925046	75mm x 2"	11	925089	200mm x 3/4"	10
925075	90mm x 1/2"	10	925042	200mm x 2"	10
925076	90mm x 3/4"	10	925069	250mm x 2"	10

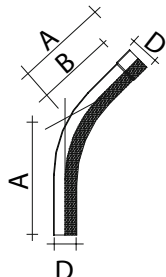
## TERMOFORMADOS DE PVC (1MPa)

### CODO L/R P E/C x 90°



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	B (mm)
924941	50 mm	285	245
924945	63 mm	404	356
924947	90 mm	470	405
924928	110 mm	777	694
924932	160 mm	1149	1029
924935	200 mm	1668	1518

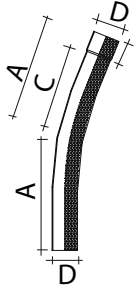
### CODO L/R P E/C x 45°



CÓDIGO	DIÁMETRO	(mm)	(mm)
924944	63 mm	282	234
924950	90 mm	413	345
924927	110 mm	517	434
924931	160 mm	705	585
924934	200 mm	972	822

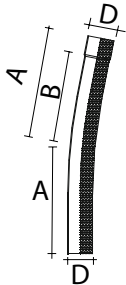
## ACCESORIOS UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C) TERMOFORMADOS DE PVC (1MPa)

CODO L/R P E/C x 22.5°



CÓDIGO	DIÁMETRO		
		(mm)	(mm)
924943	63 mm	277	157
924949	90 mm	383	251
924926	110 mm	474	334
924930	160 mm	559	398
924933	200 mm	731	553

CODO L/R P E/C x 11.25°



CÓDIGO	DIÁMETRO		
		(mm)	(mm)
924942	63 mm	275	227
924948	90 mm	346	278
924925	110 mm	346	343
924929	160 mm	481	361
924777	200 mm	626	476

## ACCESORIOS UNIÓN POR CEMENTADO SOLVENTE (E/C) SOLDADURAS LÍQUIDAS PARA TUBERÍAS DE PVC

POLILIMPIA



POLILIMPIA	
CÓDIGO	CAPACIDAD
925401	125 cc
925400	1000 cc
925402	4000 cc

Polilimpia remueve las ceras propias de las superficies de tuberías y accesorios de PVC y acondiciona los extremos a soldar.

POLIPEGA



POLIPEGA	
CÓDIGO	CAPACIDAD
925471	200 cc
925473	946 cc
925472	3785 cc

POLIPEGA EXTRA FUERTE	
CÓDIGO	CAPACIDAD
939753	946 cc

KALIPEGA



KALIPEGA	
CÓDIGO	CAPACIDAD
925464	20 cc
925463	125 cc
925465	250 cc
925467	500 cc
925468	946 cc
925466	3785 cc
KALIPEGA GRANDES DIÁMETROS*	
925470	946 cc
925469	3785 cc

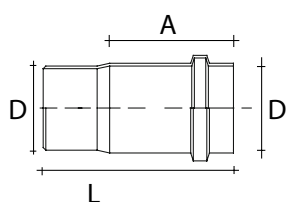
\*Recomendada para soldar tuberías y accesorios de pvc mayores de 200mm

## RENDIMIENTOS EN INSTALACIONES DE TUBERÍAS DE PVC

DIÁMETRO NOMINAL mm	Unión por Cementado Solvente (EC)				Unión por Sellado Elastomérico (UZ)		
	Uniones por C/1000 cc		Metros instalados por hora por cada grupo de trabajo	Número de personas del grupo de trabajo	Uniones por C/1000 cc	Metros instalados por hora por cada grupo de trabajo	Número de personas del grupo de trabajo
	Polilimpia	Polipega					
20	500	800	250	1			
25	400	600	180	1			
32	350	400	120	1			
40	250	300	80	1			
50	200	220	70	1	250	75	1
63	140	150	50	1	200	60	1
75	110	110	45	2	160	55	2
90	80	80	40	2	120	50	2
110	55	60	35	2	100	40	2
125	45	40	32	2	85	38	2
140	40	35	30	2	65	37	2
160	35	30	28	2	45	35	2
200	25	20	25	2	30	30	2
225	20	18	20	2	25	28	2
250	15	12	18	2	25	25	2
315	12	9	14	3	20	20	3
355	10	7	12	3	10	18	3
400	8	5	10	3	8	15	3
500	4	3	8	4	4	12	4
630	2	1	6	4	2	6	4

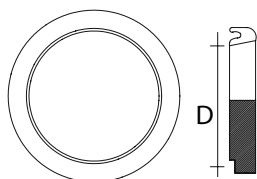
## ACCESORIOS UNIÓN POR SELLADO ELASTOMÉRICO(U/Z) TERMOFORMADOS DE PVC (1MPa)

### ADAPTADOR ESPIGO CORTO U/Z



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	L (mm)
924416	50 mm	114	155
924417	63 mm	120	180
926503	75 mm	125	200
924419	90 mm	131	200
924409	110 mm	139	230
924410	160 mm	160	290
924411	200 mm	177	350
924412	250 mm	198	410
924413	315 mm	225	480
924414	355 mm	242	520
924415	400 mm	261	590

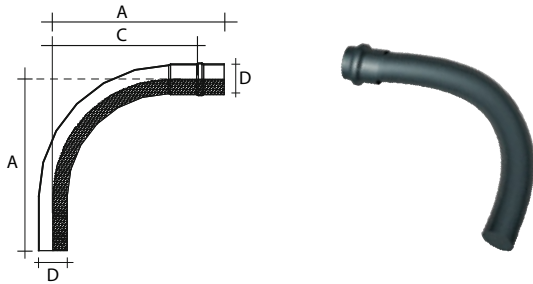
### ANILLO DE CAUCHO (Inyectado)



CÓDIGO	DIÁMETRO	D (mm)
6708	50 mm	46.10
6710	63 mm	57.90
6711	75 mm	69.30
6696	90 mm	83.50
6697	110 mm	102.70
6698	125 mm	117.30
6699	140 mm	131.60
6700	160 mm	151.20
6701	200 mm	190.30
6702	225 mm	214.43
6703	250 mm	239.00
6704	315 mm	301.60
6705	355 mm	340.00
6706	400 mm	382.90
9500	450 mm	430.72
6707	500 mm	478.70
6709	630 mm	604.30

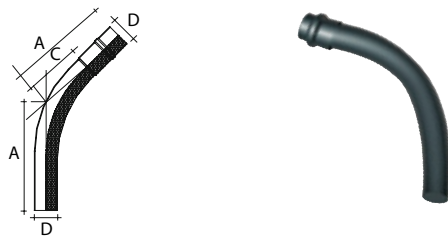
## ACCESORIOS UNIÓN POR SELLADO ELASTOMÉRICO(U/Z) TERMOFORMADOS DE PVC (1MPa)

### CODO LARGO RADIO U/Z x 90°



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	C (mm)
924824	50 mm	250	210
924825	63 mm	310	250
924769	75 mm	375	305
924787	90 mm	400	315
924811	110 mm	500	410
924818	160 mm	950	810
924813	200 mm	1350	1190
924817	250 mm	2250	2060
924821	315 mm	2500	2270
924822	355 mm	3000	2740
924823	400 mm	3000	2720

### CODO LARGO RADIO U/Z x 45°



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	C (mm)
924808	50 mm	250	190
924809	63 mm	250	190
924771	75 mm	285	215
924773	90 mm	325	240
924796	110 mm	450	360
924791	160 mm	700	560
924798	200 mm	925	765
924800	250 mm	279.80	59.5
924803	315 mm	351.45	66.5
926860	400 mm	446.20	82.0

## TERMOFORMADOS DE PVC (Línea Estandar 0,8 MPa)

### CODO LARGO RADIO U/Z x 22.5 °

Para Presiones Mayores consultar con el Departamento de Asistencia Técnica



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	C (mm)
924789	50 mm	210	120
924792	63 mm	277	157
924793	75 mm	324	184
924794	90 mm	383	251
924785	110 mm	474	334
924786	160 mm	559	398
924804	200 mm	731	553
924805	250 mm	279.80	59.50
924806	315 mm	351.45	66.50
924807	400 mm	446.20	82.0

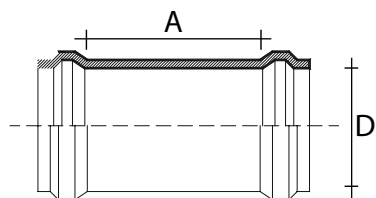
### CODO LARGO RADIO U/Z x 11.25°



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	C (mm)
924780	50 mm	250	190
924782	63 mm	250	214
924783	75 mm	263	214
924784	90 mm	275	214
924767	110 mm	380	286
924776	160 mm	520	320
924778	200 mm	625	448
924779	250 mm	279	
924122	315 mm	351	
924775	400 mm		

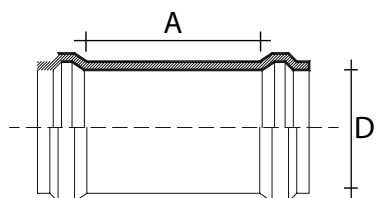
## ACCESORIOS UNIÓN POR SELLADO ELASTOMÉRICO(U/Z) TERMOFORMADOS DE PVC (Línea Estandar 0,8 MPa)

### UNIÓN REPARACIÓN CORTA U/Z



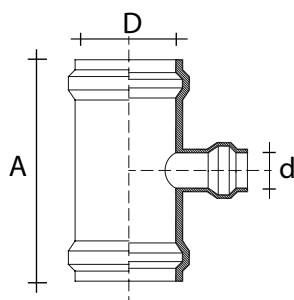
CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)
926383	50 mm	230
926372	63 mm	250
926362	75 mm	260
926373	90 mm	270
926365	110 mm	285
926366	160 mm	320
926367	200 mm	360
926368	250 mm	420
926369	315 mm	450
926370	355 mm	495
926371	400 mm	535

### UNIÓN REPARACIÓN LARGA U/Z



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)
926360	50 mm	270
926381	63 mm	281
926361	75 mm	300
926382	90 mm	311
926374	110 mm	334
926375	160 mm	393
926376	200 mm	440
926377	250 mm	499
926378	315 mm	580
926379	355 mm	613
926380	400 mm	673

### TEE REDUCTORA



CÓDIGO	DIÁMETRO	A (mm)	d (mm)	D (mm)
950936	75mm a 63mm	292	63	75
950937	90mm a 63mm	324	63	90
946960	90mm a 75mm	324	75	90
950938	110mm a 63mm	360	63	110
946956	110mm a 75mm	360	75	110
950939	110mm a 90mm	360	90	110
946951	160mm a 63mm	459	63	160
946952	160mm a 75mm	459	75	160
946953	160mm a 90mm	459	90	160
950940	160mm a 110mm	459	110	160
946946	200mm a 90mm	542	90	200
950941	200mm a 110mm	542	110	200
950918	200mm a 160mm	542	160	200

## ACCESORIOS UNIÓN POR SELLADO ELASTOMÉRICO(U/Z)

### INYECTADAS de PVC (1 MPa)

#### CODO CORTO RADIO 90° U/Z



CÓDIGO	DIÁMETRO	D2(Promedio) (mm)	C(Promedio) (mm)
924774	63mm x 90° PN10	76.80	23
954788	90mm x 90° PN10	107.60	30
954812	110mm x 90° PN10	129.75	32

#### CODO CORTO RADIO 45° U/Z



CÓDIGO	DIÁMETRO	D2(Promedio) (mm)	C(Promedio) (mm)
924810	63mm x 45° PN10	76.80	23
924819	90mm x 45° PN10	107.60	30
924797	110mm x 45° PN10	129.75	32

#### CODO CORTO RADIO 90° U/Z

CÓDIGO	DIÁMETRO	D2(Promedio) (mm)	C(Promedio) (mm)
924711	90 A 63mm	107.6/76.8	30/23
924689	110 A 63mm	129.75/76.8	32/23
924690	110 A 90mm	129.75/107.6	32/30

#### CODO CORTO RADIO 90° U/Z



CÓDIGO	DIÁMETRO	D2(Promedio) (mm)	C(Promedio) (mm)
925128	63mm	76.80	23
925129	90mm	107.60	30
925127	110mm	129.75	32

## ENSAMBLADOS DE PVC (0.80 MPa)

#### CODO CORTO RADIO 90° UZ



DIÁMETRO

Desde 50 mm hasta 200mm

#### CODO CORTO RADIO 45° UZ



DIÁMETRO

Desde 50 mm hasta 200mm

#### TAPÓN U/Z



DIÁMETRO

Desde 50 mm hasta 200mm

#### BRIDA U/Z



DIÁMETRO

Desde 50 mm hasta 200mm

## ACCESORIOS UNIÓN POR SELLADO ELASTOMÉRICO(U/Z) ENSAMBLADOS DE PVC (0.80 MPa)

CRUZ U/Z



DIÁMETRO

Desde 50mm hasta 200mm

CRUZ REDUCTORA U/Z



DIÁMETRO

Desde 50mm hasta 200mm

REDUCTORA U/Z



DIÁMETRO

Desde 50mm hasta 200mm

TEE ENSAMBLADA U/Z



DIÁMETRO

Desde 50mm hasta 250mm

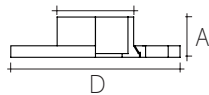
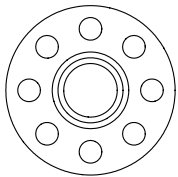
TEE REDUCTORA U/Z



DIÁMETRO

Desde 160mm hasta 250mm

## BRIDA TERMOFORMADA COMPACTA E/C



\*Producto ensamblado

Para Presiones Mayores consultar con el Departamento de Asistencia Técnica

CÓDIGO	DIÁMETRO	D	A
		(mm)	(mm)
924597	160 mm @ 116 psi	284	165
924598	200 mm @ 116 psi	340	198
924599	250 mm @ 116 psi	340	198

## ACCESORIOS DE PVC

### PÉRDIDA DE CARGA EN ACCESORIOS

DIÁMETRO NOMINAL		20 (mm)	25 (mm)	32 (mm)	40 (mm)	50 (mm)	63 (mm)	75 (mm)	90 (mm)	110 (mm)	160 (mm)	200 (mm)
PÉRDIDAS DE CARGA		(m)										
TEE		0.70	0.80	0.90	1.50	2.20	2.30	2.40	2.50	2.60	3.60	5.00
CODO 90°		1.10	1.20	1.50	2.00	3.20	3.40	3.70	3.90	4.30	5.40	5.50
CODO 45°		0.40	0.50	0.70	1.00	1.30	1.50	1.70	1.80	1.90	2.60	3.50
CODO 90° L/R		0.40	0.50	0.60	0.70	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	2.10	2.60
CODO 45° L/R		0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00	1.20	1.40



## ACCESORIOS DE PVC

### VÁLVULAS PLÁSTICAS

#### VÁLVULA DE BOLA CON UNIVERSAL SOLDABLE E/C



- Válvula de bola conexión soldable E/C con unión universal
- 145 PSI.
- Cuerpo desarmable que permite un fácil mantenimiento.
- Medidas métricas: 20, 25, 32, 40, 50, 63, 75, 90, 110 mm.

#### VÁLVULA DE MARIPOSA "GATILLO" CON BRIDA SOLDABLE E/C



- Válvula de mariposa con brida soldable E/C
- 145 PSI.
- Cuerpo desarmable que permite un fácil mantenimiento.
- Medidas métricas: 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 200, 225, 250 mm.

### VÁLVULAS METÁLICAS

#### VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE (150 PSI) PLASTIGAMA



- Válvula de compuerta, conexión rosca hembra
- Válvula de Cast Brass: 1500 WOG. (PSI - Water, Oil, Gas)
- Medidas: 1 ½" y 2"

#### VÁLVULA DE COMPUERTA DE BRONCE REFORZADA (200 PSI) PLASTIGAMA



- Válvula de compuerta, conexión rosca hembra
- Válvula de Cast Brass: 200 WOG. (PSI - Water, Oil, Gas)
- Medidas: 2", 3", 4"

## VÁLVULAS METÁLICAS

### VÁLVULA DE COMPUERTA CON VOLANTE DE HIERRO DÚCTIL



- Válvula de Compuerta, conexión Bridada
- PN 16 (232 PSI)
- Cuerpo y Disco de Hierro Dúctil.
- Medidas: 3" a 12"

### VÁLVULA DE MARIPOSA CON VOLANTE REDUCTOR DE HIERRO DÚCTIL



- Válvula de Mariposa con volante de Reducción, conexión Bridada
- PN 16 (232 PSI)
- Cuerpo y Disco de Hierro Dúctil.
- Medidas: 2" a 12"

## VÁLVULAS DE AIRE

### APLICACIONES

En las conducciones hidráulicas es esencial evitar la formación de burbujas de aire o vacíos de aire dentro del sistema de riego. Tanto las condiciones derivadas de la formación de burbujas de aire como de vacíos de aire contribuyen a que se generen problemas de rendimiento y posibles daños al equipo.

### Válvulas de evacuación de aire y alivio de vacío de aire de 3/4", 1" y 2"

- En la salida de la bomba para descargar el aire durante la puesta en marcha del sistema, y para introducir aire en el sistema de riego, durante el apagado del sistema.
- En el punto más alto de la pendiente, para brindar alivio de vacío durante el apagado del sistema.

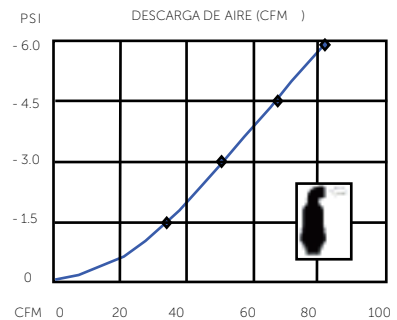
### Válvulas automáticas de evacuación de aire y alivio de vacío de acción continua de 2"

- Punto más alto en las estaciones de filtro y de bomba, para ofrecer grandes volúmenes de alivio de aire.
- Todos los puntos altos del sistema de riego, para ofrecer alivio continuo de aire en grandes volúmenes.
- En las conducciones principales, cada 300 metros, para introducir grandes volúmenes de aire en el sistema de riego durante el apagado y evitar el colapso de los tubos.
- En el punto más alto de la pendiente, para brindar alivio de vacío durante el apagado del sistema.

### VÁLVULA PLÁSTICA DE AIRE ARV RM 1/2"



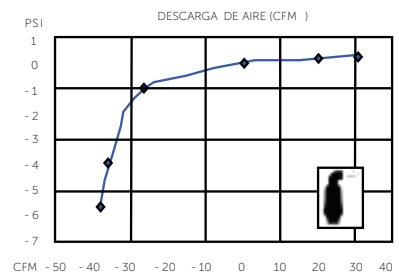
- Válvula Plástica de aire ARV
- Doble Acción: Aire y Vacío.
- Medida: 1/2 " Macho.
- Especialmente diseñada para prevenir la entrada de tierra en los goteros por el efecto de Sifón.
- Alta resistencia a químicos
- Presión máxima de trabajo: 100 PSI.



### VÁLVULA PLÁSTICA DE AIRE VBK RM 3/4 y 1"



- Válvula Plástica de aire VBK
- Doble Acción: Aire y Vacío
- Medida: 3/4" y 1" Macho
- Presión máxima de trabajo: 80 PSI
- Presión de inicio de Sellado: 5 PSI
- Capacidad de Succión: - 30 a - 45 CFM (- 4.5 a - 6.5 PSI)
- Capacidad de Descarga: 20 a 25 CFM (1 PSI)



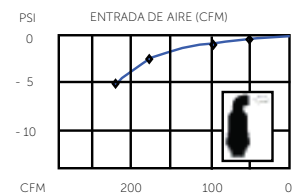
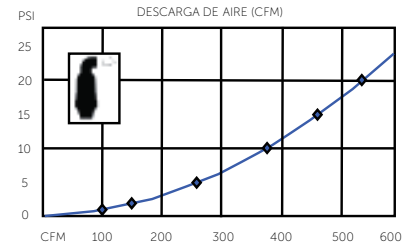
## VÁLVULAS DE AIRE

### VÁLVULA PLÁSTICA DE AIRE RM 2"



- Válvula Plástica de aire TORO.
- Doble Acción: Aire y Vacío.
- Medida: 2" Macho.
- Presión máxima de trabajo: 200 PSI.
- Presión de inicio de Sellado: 3 PSI.

- Capacidad de Succión: - 100 a -220 CFM (-1 a -5.5 PSI).
- Capacidad Max de Descarga: 590 CFM (Sin Agua).
- Capacidad de Descarga: 260 CFM (5 PSI).

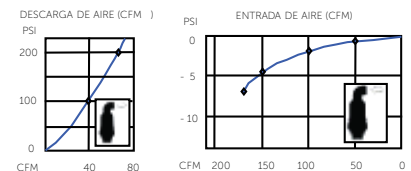
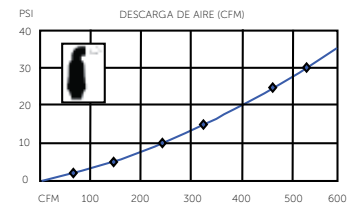


### VÁLVULA PLÁSTICA DE AIRE RM 2" (AUTOMÁTICA)



- Válvula Plástica de aire TORO.
- Triple Acción: Aire, Vacío y Acción Continua (Automática).
- Medida: 2" Macho.
- Presión máxima de trabajo: 200 PSI.
- Presión de inicio de Sellado: 3 PSI.

- Capacidad de Succión: - 30 a -160 CFM (-1 a - 7 PSI).
- Capacidad Max de Descarga: 590 CFM (Sin Agua).
- Capacidad Max de Descarga: 140 CFM (5 PSI).

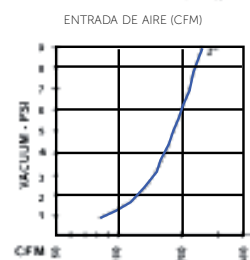
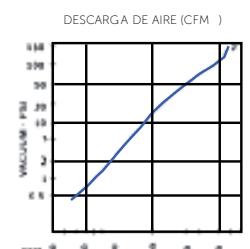


### VÁLVULA ALUMINIO DE AIRE RM 2"



- Válvula de Aluminio de air e FRESNO.
- Doble Acción: Aire y Vacío.
- Medida: 2" Hembra.
- Orificio grande que proporciona máxima de salida de aire sin cierre prematuro.
- Presión máxima de trabajo: 150 PSI.
- Presión de inicio de Sellado: 2 PSI.

- Capacidad de Succión: - 30 a -160 CFM (-1 a - 7 PSI)
- Capacidad Max de Descarga: 590 CFM (Sin Agua)
- Capacidad Max de Descarga: 140 CFM (5 PSI)



## PROCEDIMIENTO PARA SOLDAR TUBERÍAS DE PVC PARA PRESIÓN E/C

### 1 PREPARACIÓN

Compruebe el ajuste en seco entre espiga y campana de la tubería y/o accesorios. Si la unión es muy apretada lije el extremo exterior de la tubería y el interior de la campana. Cuidado de no lijar en exceso.



### 2 APLICACIÓN DE POLILIMPIA

Con un wipie aplique en las superficies lijadas "POLILIMPIA" para lograr una preparación de las superficies a soldar.



### 3 APLICACIÓN DE LA SOLDADURA

Inmediatamente después de aplicar el preparador de superficie "Poli-limpia" aplique con la brocha la soldadura líquida "Polipega" o "Kali-pega" encima de la espiga del tubo y dentro de la campana. Al aplicar el cemento solvente trabaje rápidamente, pero no lo derrame dentro de la tubería, evitando el exceso.



### 4 ACOUPLE MANUAL

Unir las piezas "espiga-campana" inmediatamente, asegúrese de que el tubo penetre en la cavidad de la campana hasta el fondo, haciendo girar 1/4 de vuelta, mientras ambas superficies están todavía húmedas.



### 5 CORDÓN DE SOLDADURA

Elimine el exceso del cemento solvente en el reborde, cuidando de que en el perímetro de la unión, aparezca el cordón de soldadura. Se debe aplicar el cemento solvente moderadamente. Espere 24 horas a que frague la soldadura antes de poner en funcionamiento el sistema.



## PROCEDIMIENTO PARA ACOPLAR LA TUBERÍA DE PVC PARA PRESIÓN U/Z

### 1 PREPARACIÓN

Quite las rebabas con wipe humedecido y alise la espiga si es necesario (lijando). Limpie perfectamente y seque. El bisel de la espiga debe ser a 15° con el eje del tubo y la longitud de entrada debe estar marcada claramente.



### 2 COLOCACIÓN DEL ANILLO DE CAUCHO

Limpie bien la unión y el anillo de caucho, en especial el canal de la unión. Coloque el anillo como se muestra en la figura y asegúrese de que quede bien alojado en el canal. El anillo debe estar seco al momento de ser colocado.

\RECOMENDACIÓN: El anillo de caucho debe estar sumergido en agua 24 horas antes de ser utilizado.



### 3 APLICACIÓN DEL LUBRICANTE VEGETAL

Lubrique por parejo la mitad de la longitud marcada de la espiga del tubo a instalar. Mueva este de tal forma que su espiga penetre en la campana del tubo ya instalado.



### 4 ALINEACIÓN DE TUBERÍA

Asegúrese de que las tuberías estén perfectamente alineadas en ambos planos.

IMPORTANTE: Evite introducir la espiga en ángulo.



### 5 ACOUPLE MANUAL DE LA ESPIGA EN LA CAMPANA

Empuje la espiga hasta la marca de entrada. Esto debe hacerse con un movimiento rápido siendo de gran ayuda el impulso que se logre entre la boca de entrada y el anillo de caucho.



### 6 ACOUPLE MECÁNICO

Para tuberías de 250 mm. a 400 mm. es preferible usar una acopladora mecánica de tubos. Esta acopladora mecánica puede servir también para desacoplar los tubos U/Z en caso de ser necesario. Para tuberías mayores a 400 mm utilizar por cada diámetro 2 abrazaderas metálicas y dos templadores de poliéster que se accionan para efectuar el ensamble de tubos.

PRECAUCIÓN: Si la tubería ofrece excesiva resistencia a realizar la unión, saque la espiga, quite el anillo de caucho y repita los pasos anteriores. Debe prestarse particular atención al asiento del anillo de caucho y a la alineación de las tuberías.





The logo for PLASTIGAMA features the word "PLASTIGAMA" in a bold, black, sans-serif font. The text is centered within a white, arrow-shaped banner that points to the right. This banner is set against a solid orange background that has a slight gradient and rounded ends.

**DIVISIÓN PROYECTOS**

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

**MEXICHEM ECUADOR S.A.**

Durán  
Km 4.5 Vía Durán - Tambo  
Telfs: 04 2802020 - 2805100  
Fax: 04 2808048

Quito  
Av. Siena N 2-14 y Miguel Angel,  
Sector La Primavera - Cumbaya





# **ANEXO 4**

**DEPARTMENT OF THE ARMY  
U.S. Army Corps of Engineers  
Washington, DC 20314-1000**

EM 1110-1-4008  
Change 1

CEMP-RA

Manual  
No. 1110-1-4008

16 September 02

**Engineering and Design  
LIQUID PROCESS PIPING**


1. This change to EM 1110-1-4008, 5 May 1999, updates example problems in Chapter 4 and adds references to Appendix A.

2. Substitute attached pages as shown below:

Chapter	Remove pages	Insert pages
4	4-14-4-21	4-14-4-20
Appendix A	A-6-A-7	A-6-A-7

3. File this change sheet in front of this publication for reference purposes.

FOR THE COMMANDER:

  
JOSEPH SCHROEDEL  
Colonel, Corps of Engineers  
Chief of Staff

Step 4. Pressure increase with gradual valve closure  
(valve closure time = critical time,  $t_v$ , x 10 = 2s)

$$P'_i \cdot \frac{2 \cdot L \cdot V \cdot n_1}{t_v}$$

where:

- $P'_i$  = pressure increase, MPa (psi)
- $t_v$  = valve closure time
- $\bullet$  = fluid density, kg/m<sup>3</sup> (slugs/ft<sup>3</sup>)
- L = length of pipe, m (ft)
- V = liquid velocity, m/s (ft/s)
- $n_1$  = conversion factor, 10<sup>-6</sup> MPa/Pa for SI units (1 ft<sup>2</sup>/144 in<sup>2</sup> for IP units)

$$P'_i \cdot \frac{2 \left( 998.2 \frac{kg}{m^3} \right) (150m) \left( 3 \frac{m}{s} \right)}{2 s} \left( 10^{-3} \frac{kPa}{Pa} \right)$$

- 449 kPa (65 psi)

Therefore, the maximum system pressure is 449 kPa + 275 kPa = 724 kPa (105 psig).

For a more complex review of water hammer effects in pipes, refer to the references found in Appendix A, Paragraph A-4.

### 3-3. Sizing

The sizing for any piping system consists of two basic components fluid flow design and pressure integrity design. Fluid flow design determines the minimum acceptable diameter of the piping necessary to transfer the fluid efficiently. Pressure integrity design determines the minimum pipe wall thickness necessary to safely handle the expected internal and external pressure and loads.

#### a. Fluid Flow Sizing

The primary elements in determining the minimum acceptable diameter of any pipe network are system design flow rates and pressure drops. The design flow rates are based on system demands that are normally established in the process design phase of a project.

Before the determination of the minimum inside diameter can be made, service conditions must be reviewed to determine operational requirements such as recommended fluid velocity for the application and liquid characteristics such as viscosity, temperature, suspended solids concentration, solids density and settling velocity, abrasiveness and corrosivity. This information is then used to determine the minimum inside diameter of the pipe for the network.

For normal liquid service applications, the acceptable velocity in pipes is 2.1 ± 0.9 m/s (7 ± 3 ft/s) with a maximum velocity limited to 2.1 m/s (7 ft/s) at piping discharge points including pump suction lines and drains. As stated, this velocity range is considered reasonable for normal applications. However, other limiting criteria such as potential for erosion or pressure transient conditions may overrule. In addition, other applications may allow greater velocities based on general industry practices; e.g., boiler feed water and petroleum liquids.

Pressure drops throughout the piping network are designed to provide an optimum balance between the installed cost of the piping system and operating costs of the system pumps. Primary factors that will impact these costs and system operating performance are internal pipe diameter (and the resulting fluid velocity), materials of construction and pipe routing.

Pressure drop, or head loss, is caused by friction between the pipe wall and the fluid, and by minor losses such as flow obstructions, changes in direction, changes in flow area, etc. Fluid head loss is added to elevation changes to determine pump requirements.

A common method for calculating pressure drop is the Darcy-Weisbach equation:

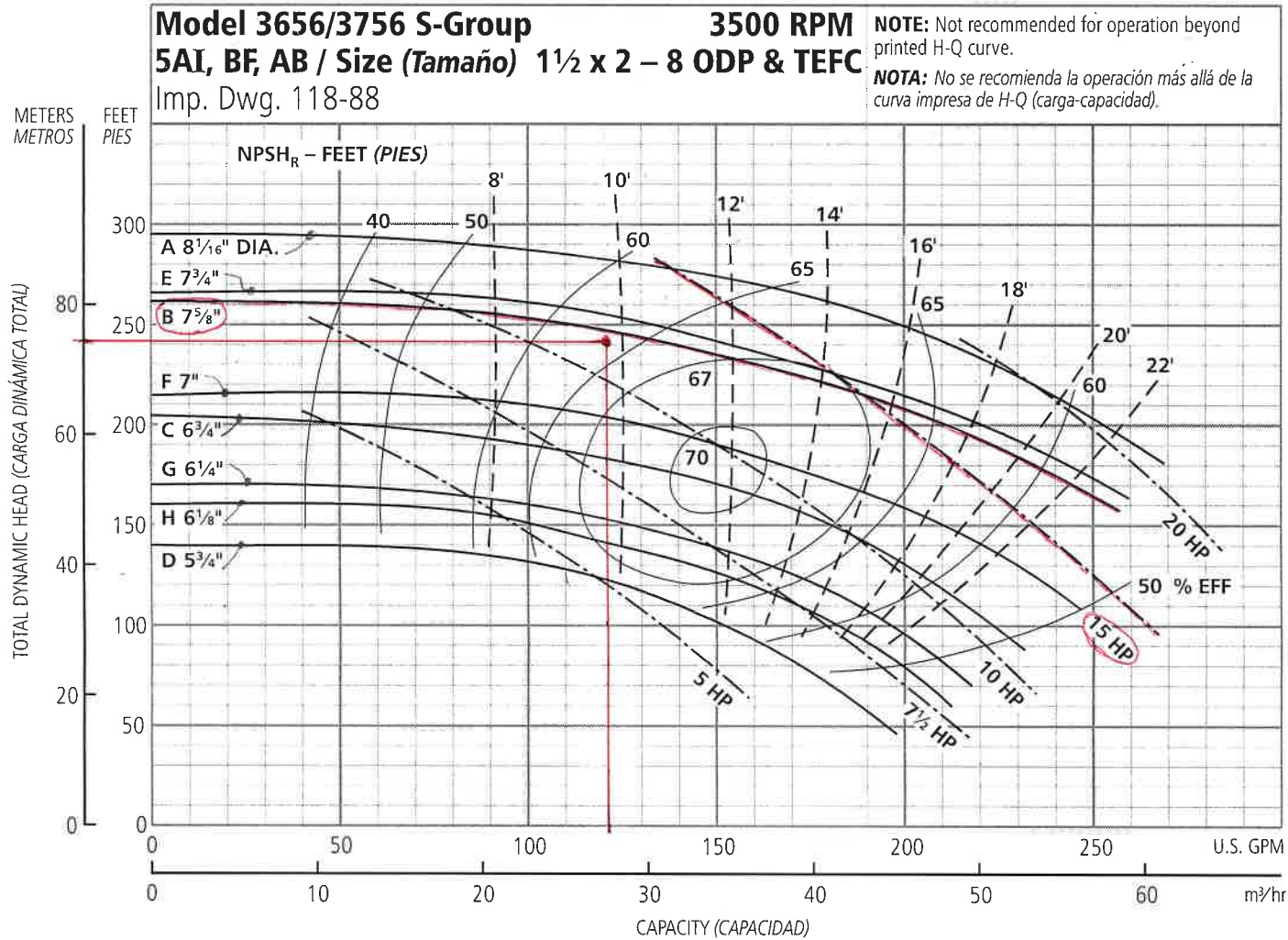
$$h_L \cdot \left( \frac{fL}{D_i} \cdot \bullet \cdot K \right) \frac{V^2}{2g}; \text{ loss coefficient method}$$

or

$$h_L \cdot f \frac{(L \cdot L_e)}{D_i} \frac{V^2}{2g}; \text{ equivalent length method}$$

# **ANEXO 5**

**Performance Curves – 60 Hz, 3500 RPM**  
**Curvas de desempeño – 60 Hz, 3500 RPM**



Optional Impeller Impulsor optativo	
Ordering Code Código de pedido	Dia. Diá.
A	8 1/16"
E	7 3/4"
B	7 5/8"
F	7"
C	6 3/4"
G	6 1/4"
H	6 1/8"
D	5 3/4"

**NOTE:** Pump will pass a sphere to 5/16" diameter.

**NOTA:** La bomba dejará pasar una esfera de hasta 5/16 de pulgada de diámetro.

# ANEXO 6

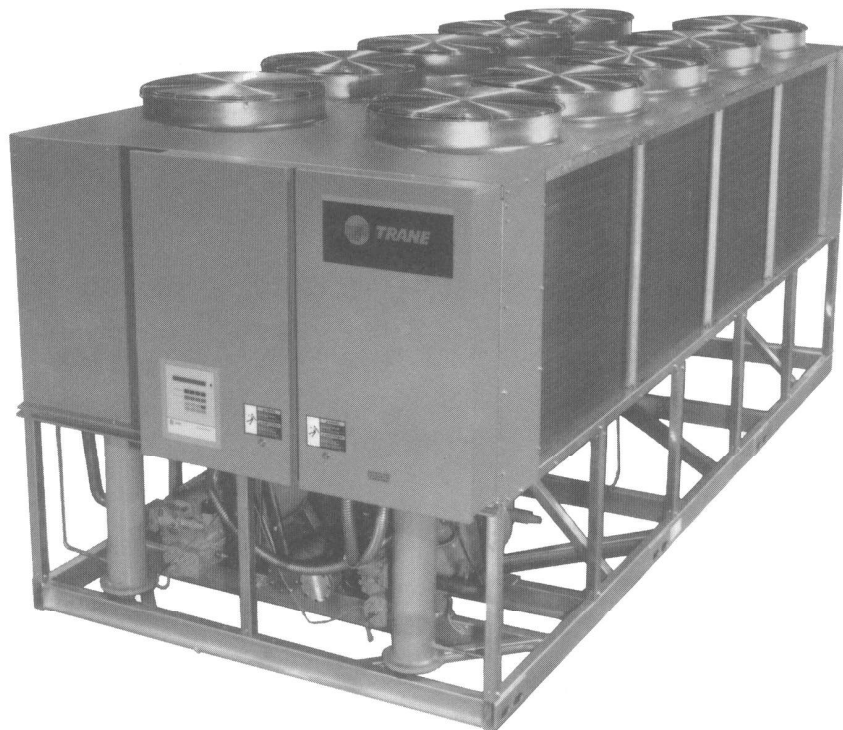


**TRANE®**

## **Instalación, Operación, Mantenimiento**

---

### **Enfriadora de Líquido Tipo Tornillo Series R® - Enfriada por Aire Con Evaporador Remoto**



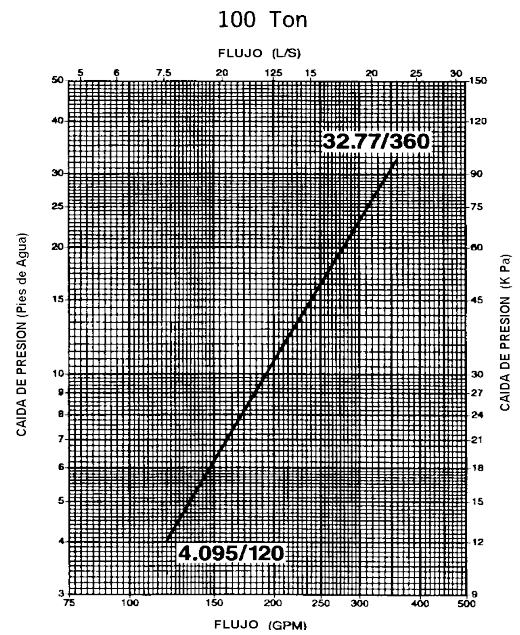
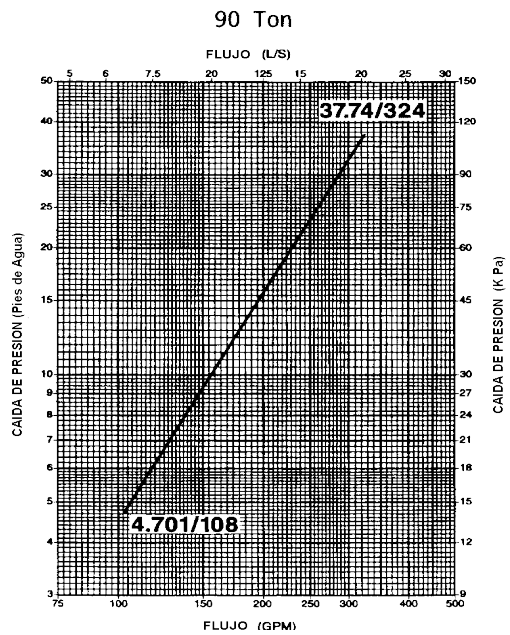
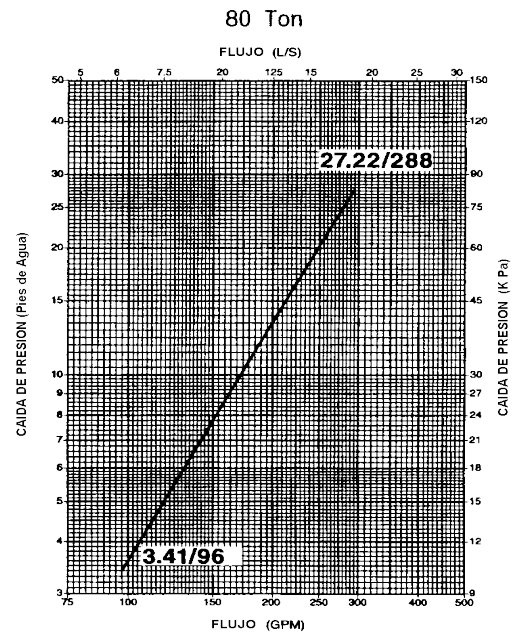
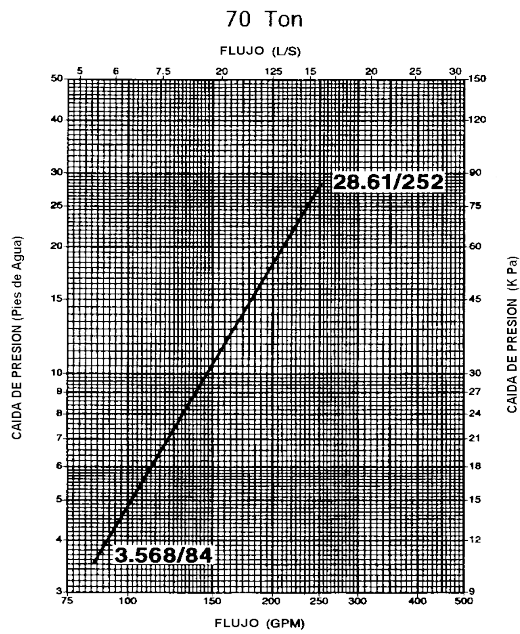
#### **Modelos:**

RTAA-70  
RTAA-80  
RTAA-90

RTAA-100  
RTAA-110  
RTAA-125

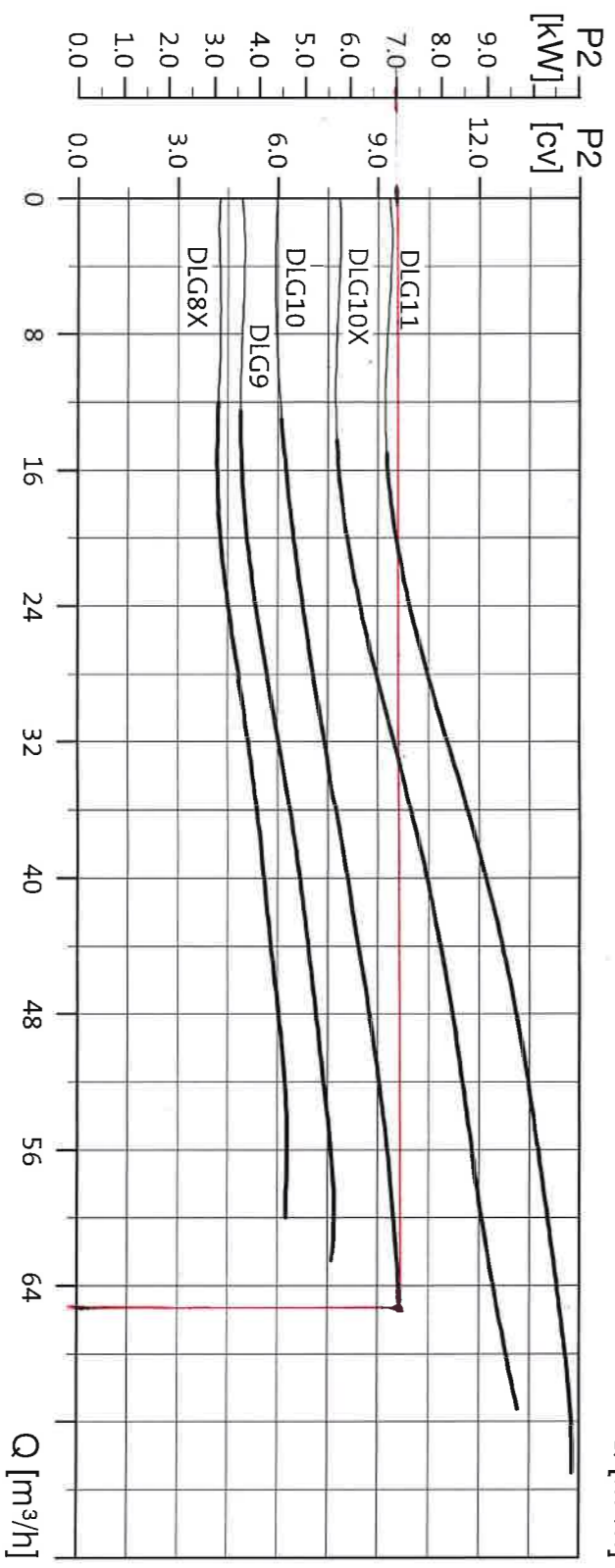
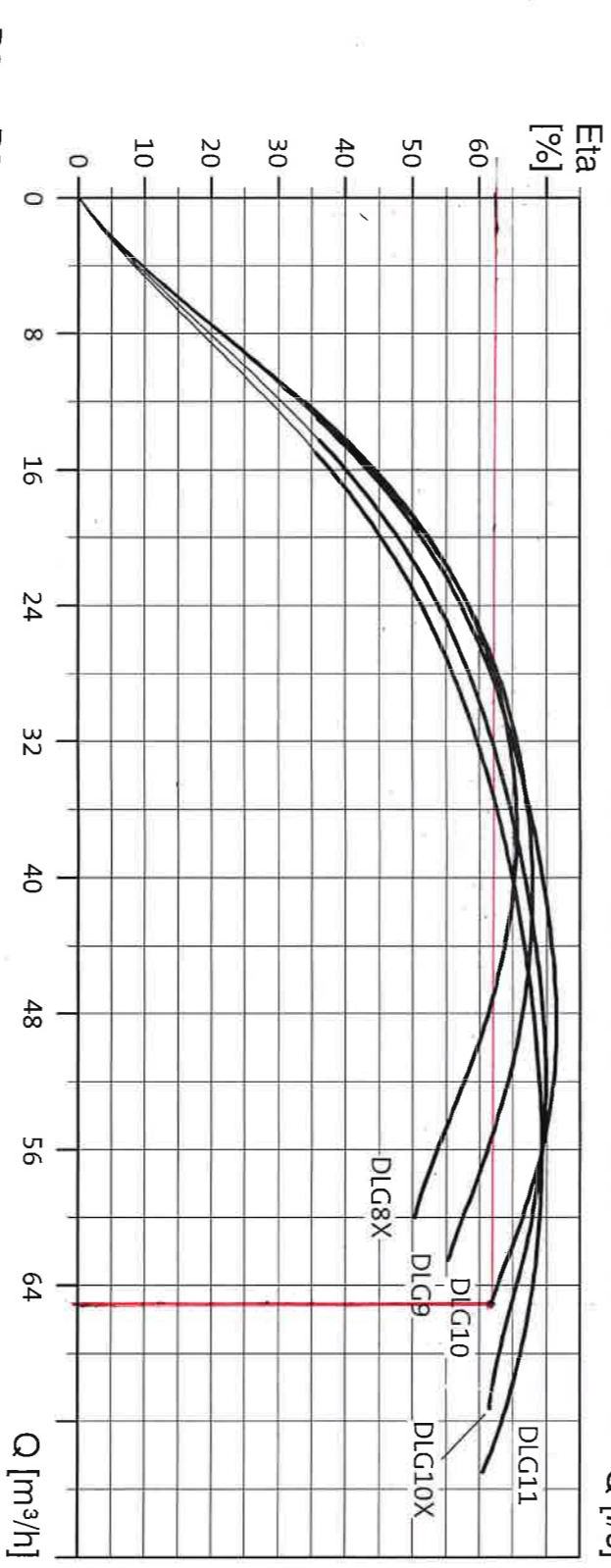
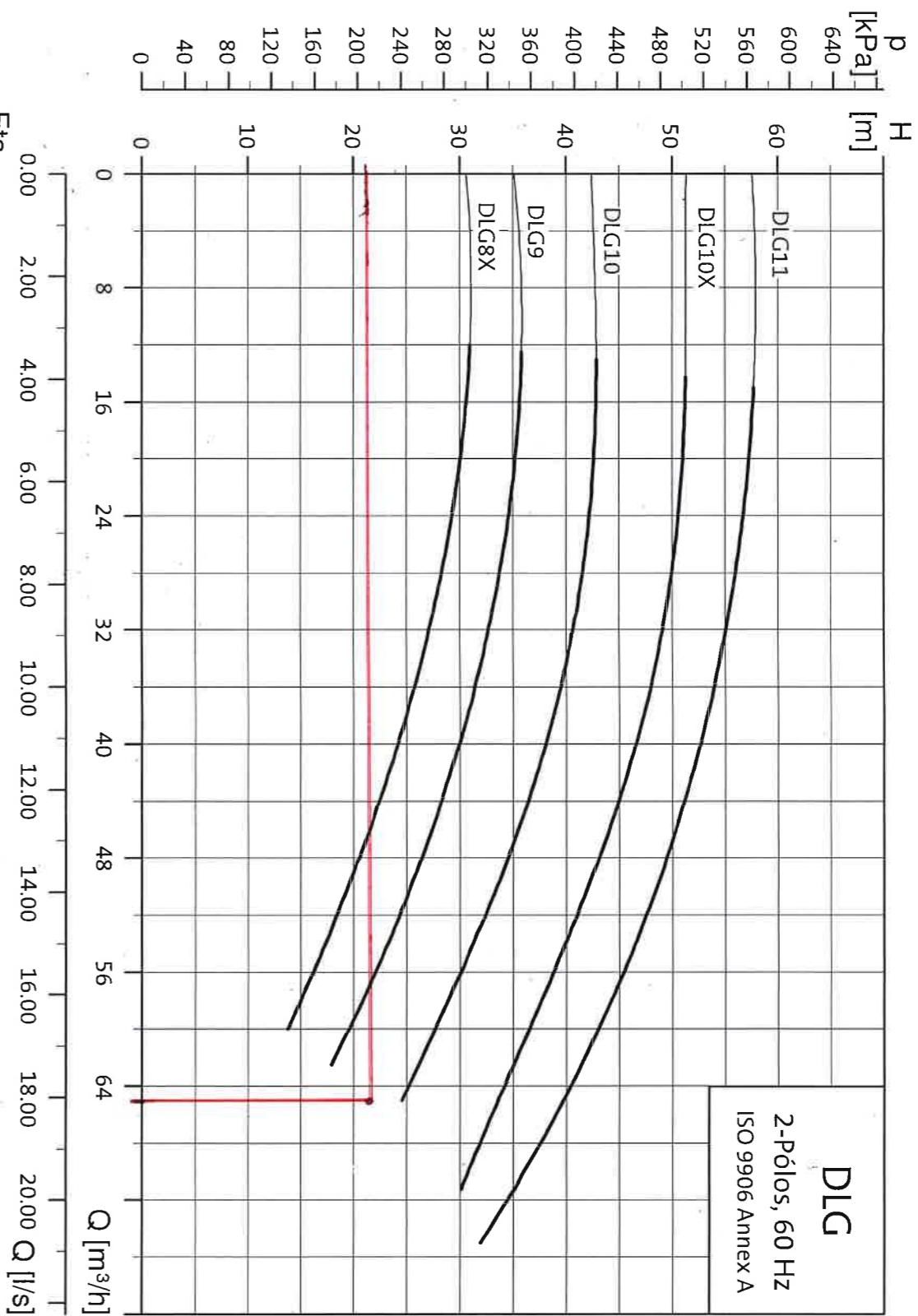
## Instalación - Mecánica

**Figura 9**  
**Caída de Presión del Agua**  
**Evaporador RTAA**





# **ANEXO 7**



# **ANEXO 8**

RUC DEL OFERENTE:

RAZON SOCIAL:

NOMBRE

COMERCIAL:

DIRECCION:

FECHA :

**COTIZACION N° \_\_\_\_\_**  
**INSTALACION DE REDES DE AGUA HELADA PARA LINEAS DE PRODUCCION DE PARED ESTRUCTURADA Y RED DE AGUA CHILLER DE 80 TONELADAS DE REFRIGERACION**

ITEM	CANT	UND / MEDIDA	DESCRIPCION DEL PRODUCTO O SERVICIO		ESPECIFICACIONES OFERTADAS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
			NOMBRE	ESPECIFICACIONES TECNICAS			
<b>INSTALACION DE RED DE AGUA HELADA PARA LINEAS DE PRODUCCION DE PARED ESTRUCTURADA SEGUN PLANO ADJUNTO (TRABAJO A 6M DE ALTURA)</b>							
1	102	m	INSTALACION DE TUB u-PVC EC 90mm X 6m 1,25MPa(181psi)	Suministra Mexichem		\$ -	
2	102	m	Suministro e instalación de recubrimiento para tubería de 90mm, con aislante EVA de espesor mínimo de 18mm. Incluye el recubrimiento de accesorios y válvulas	EVA lo suministra el contratista		\$ -	
3	72	m	INSTALACION DE TUB u-PVC EC 63mm X 6m 1,25MPa(181psi)	Suministra Mexichem		\$ -	
4	72	m	Suministro e instalación de recubrimiento para tubería de 63mm, con aislante EVA de espesor mínimo de 12mm. Incluye el recubrimiento de accesorios y válvulas	EVA lo suministra el contratista		\$ -	
5	28	UN	INSTALACION DE CODO PVC INY EC 90mm X 90° PN10 PG	Suministra Mexichem		\$ -	
6	20	UN	INSTALACION DE CODO PVC INY EC 63mm X 90° PG	Suministra Mexichem		\$ -	
7	5	UN	INSTALACION DE TEE PVC INY EC 90mm PN10 PG	Suministra Mexichem		\$ -	
8	2	UN	INSTALACION DE TEE PVC INY EC 63mm PG	Suministra Mexichem		\$ -	
9	5	UN	INSTALACION DE UNION PVC TERMOFORMADA CC EC 90mm	Suministra Mexichem		\$ -	
10	2	UN	INSTALACION DE BRIDA COMPACTA PVC INY EC 90mm PN 10 PG	Suministra Mexichem		\$ -	
11	3	UN	INSTALACION DE VALV BOLA 1 PVC INY EC CC 90mm 1 UNIV.	Suministra Mexichem		\$ -	
12	10	UN	INSTALACION DE VALV BOLA 1 PVC INY EC CC 63mm 1 UNIV.	Suministra Mexichem		\$ -	
13	1	UN	INSTALACION DE VÁLVULA CHECK SOLDABLE E/C 90mm	Suministra Mexichem		\$ -	
14	3	UN	INSTALACION DE VÁLVULA CHECK SOLDABLE E/C 63mm	Suministra Mexichem		\$ -	
15	7	UN	INSTALACION DE RED 1 PVC INY LARGO EC 90 A 75/63mm	Suministra Mexichem		\$ -	
16	1	UN	INSTALACION DE UNIÓN DE GOMA ANTIVIBRACIÓN CON BRIDA METÁLICA 90mm	Suministra Mexichem		\$ -	
17	2	UN	Instalación y suministro de manómetro marca WIKA, WINTERS ó ASHCROFT de 0-145 psi (0-10bar), doble escala, bar y psi	Manómetro lo suministra el contratista		\$ -	
18	2	UN	Instalación y suministro de termómetro con termopozo marca WIKA, WINTERS ó ASHCROFT de 0-50°C (0-122°F), doble escala, °C y °F	Termómetro lo suministra el contratista		\$ -	
19	2	UN	Instalación mecánica de bomba centrífuga 15HP, suministrada por Mexichem, en área de equipos auxiliares, incluye el suministro e instalación de accesorios, para conexión a bomba de 15HP, así como alineación, nivelación y anclaje con pernos inoxidables.	Bombas lo suministra Mexichem		\$ -	
20	1	SER	Realizar conexión de la red de tubería PVC DE 63mm al tubo de acero de 2" Máquina XT-35	Accesorios lo suministra el contratista		\$ -	
21	1	SER	Realizar conexión de la red de tubería PVC DE 63mm al tubo de acero de 2" Máquina XT-11	Accesorios lo suministra el contratista		\$ -	
22	1	SER	Realizar conexión de la red de tubería PVC DE 63mm al tubo de acero de 2" Máquina XT-21	Accesorios lo suministra el contratista		\$ -	
23	1	SER	Realizar conexión de la red de tubería de 90mm a tanque de 1000 litros cónico (retorno de agua helada)	Accesorios lo suministra el contratista		\$ -	
24	1	SER	Prueba de hermeticidad a 145 psi por 8 horas	Libre de fugas		\$ -	
<b>INSTALACION DE RED DE AGUA PARA CHILLER DE 80 TONELADAS DE REFRIGERACION SEGUN PLANO ADJUNTO (TRABAJO A 6M DE ALTURA)</b>							
25	30	m	TUB u-PVC EC 110mm X 6m 0,80MPa(116psi)	Suministra Mexichem		\$ -	
26	30	m	Suministro e instalación de recubrimiento para tubería de 110mm, con aislante EVA de espesor mínimo de 24mm. Incluye el recubrimiento de accesorios y válvulas	EVA lo suministra el contratista		\$ -	
27	10	UN	CODO PVC INY EC 110mm X 90° PN10 PG	Suministra Mexichem		\$ -	
28	1	UN	TEE PVC INY EC 110mm PN 10 PG	Suministra Mexichem		\$ -	
29	2	UN	UNION PVC TERMOFORMADA CC EC 110mm	Suministra Mexichem		\$ -	

ITEM	CANT	UND / MEDIDA	DESCRIPCION DEL PRODUCTO O SERVICIO		ESPECIFICACIONES OFERTADAS	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
			NOMBRE	ESPECIFICACIONES TECNICAS			
30	10	UN	BRIDA COMPACTA PVC INY EC 110mm PN 10 PG	Suministra Mexichem		\$ -	
31	3	UN	VAL 1 MARIPOSA C/VOLANTE HD EB 4" @ PN16	Suministra Mexichem		\$ -	
32	1	UN	VÁLVULA CHECK SOLDABLE E/C 110mm	Suministra Mexichem		\$ -	
33	1	UN	RED 1 PVC INY LARGO EC 110 A 75mm	Suministra Mexichem		\$ -	
34	1	UN	UNIÓN DE GOMA ANTIVIBRACIÓN CON BRIDA METÁLICA 110mm	Suministra Mexichem		\$ -	
35	2	UN	Instalación y suministro de manómetro marca WIKA, WINTERS ó ASHCROFT de 0-145 psi (0-10bar), doble escala, bar y psi	Manómetro lo suministra el contratista		\$ -	
36	2	UN	Instalación y suministro de termómetro con termopozo marca WIKA, WINTERS ó ASHCROFT de 0-50°C (0-122°F), doble escala, °C y °F	Termómetro lo suministra el contratista		\$ -	
37	2	UN	Instalación mecánica de bomba centrífuga 10HP, suministrada por Mexichem, en área de equipos auxiliares, incluye el suministro e instalación de accesorios, para conexión a bomba de 10HP, así como alineación, nivelación y anclaje con pernos inoxidables.	Bombas lo suministra Mexichem		\$ -	
38	1	SER	Realizar conexión de la red de tubería PVC DE 110mm a la entrada y salida del chiller de 80 toneladas de refrigeración	Accesorios lo suministra el contratista		\$ -	
39	1	SER	Realizar conexión de la red de tubería de 110mm a tanque de 1000 litros cónico	Accesorios lo suministra el contratista		\$ -	
40	1	SER	Prueba de hermeticidad a 145 psi por 8 horas	Libre de fugas		\$ -	
						\$ -	

SUB TOTAL \_\_\_\_\_  
IVA 12% (CUANDO SE TRATE DE COMPRAS LOCALES) \_\_\_\_\_  
**TOTAL =====>**

<b>FORMA DE PAGO*</b>	
<b>TIEMPO DE VALIDEZ DE LA COTIZACION*</b>	
<b>TIEMPO DE ENTREGA*</b>	
<b>TIEMPO DE GARANTIA *</b>	
<b>NOMBRE ASESOR COMERCIAL*</b>	
<b>E MAIL ASESOR COMERCIAL*</b>	

OBSERVACIONES
<p>INSTRUCCIONES:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>El contratista debe considerar proteger los equipos aledaños así como el piso para evitar dejar manchas de pintura</li> <li>El contratista debe seguir las normas internas que aplica a los contratistas, en especial los permisos para trabajos especiales a saber: altura, soldadura, espacios confinados.</li> <li>El contratista deberá cumplir las normas internas, en especial estar al día con aportaciones al IESS y exámenes médicos actualizados de su personal.</li> <li>El contratista deberá con el encargado de la obra de Mexichem Ecuador S.A., hacer el análisis de Peligros-Riesgos y Aspectos-Impactos de esta obra</li> <li>En el análisis de Peligros- Riesgos debe considerarse el equipos usado por el contratista en especial uso de equipos o herramientas eléctricas, equipos de esmerilar, pulido, equipos de corte a alta velocidad, uso de pantallas de seguridad, escaleras seguras, equipos de soldar con breakers y aterrizados, herramientas en buen estado, equipos de protección personal, andamios en buen estado, etc.</li> <li>El área de trabajo deberá mantenerse limpia durante y después de la ejecución de la obra y con conos y cintas de seguridad colocadas para evitar accidentes por paso de personas ajenas a la obra o por trabajos de personal en niveles altos.</li> <li>Todo desecho sea este biodegradable, químico, metálico, etc debe ser dispuesto siguiendo la norma interna.</li> <li>Se debe realizar pruebas de hermeticidad del sistema de red de tuberías en presencia de un representante de Mexichem, previo a la entrega del trabajo</li> </ol> <p>NOTA: Cualquier daño parcial o total ocasionado a los equipos, máquinas, herramientas, estructuras; que se encuentren en el trayecto o cercanas a la red de tuberías, durante el montaje o traslado de equipos, accesorios, tuberías, serán descontados al contratista. El precio será establecido por el superintendente de mantenimiento, quien hará una evaluación de los daños, en caso de que existieren.</p>

DESCUENTO POR CADA DÍA DE ATRASO AL MONTO TOTAL		
2%	1%	0,50%
Valor a cobrar menor o igual \$3000	Valor a cobrar mayor \$3000 y menor o igual a \$6000	Valor a cobrar mayor a \$6000 y menor a \$10000

\*Los proveedores deben completar la información de los campos sombreados

\*Condición obligatoria

**FIRMA DEL PROVEEDOR**