

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004	
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 2 de 41	
	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011

**INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE
TALLER DE MATERIALES FERROSOS**

MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO

**TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM
INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT.**

PROYECTO Nº JD1010901

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE FASE: DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA N° PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004	
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05	
	Página 3 de 41	
	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011

CONTENIDO

1. OBJETIVO.....	4
2. ALCANCE DEL DOCUMENTO.....	4
3. ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.....	4
5. NORMAS Y CODIGOS APLICABLES.....	5
6. CRITERIOS DE DISEÑO.....	6
7. DESCRIPCION DEL SISTEMA HIDRONEUMATICO.....	7
8. FILOSOFIA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA.....	8
9. PARAMETROS OPERACIONALES DEL SISTEMA.....	9
10. CALCULO DEL COMPRESOR DE AIRE.....	9
11. TANQUE HIDRONEUMÁTICO.....	11
12. CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO.....	23
13. SELECCIÓN DE LAS BOMBAS DEL SISTEMA.....	30
14. ANEXOS.....	33

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA: MECÁNICA	Página 4 de 41
Nº PROYECTO: JD1010901	Rev. 0
	Fecha: 11/03/2011

1. OBJETIVO.

Presentar los cálculos requeridos para el dimensionamiento de las tuberías y bombas del Sistema Hidroneumático del proyecto “**TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT**”, por parte de la Disciplina Mecánica a desarrollarse en el fundo Taguache, ubicado en el Sector de Palital del Municipio Independencia del Estado Anzoátegui.

2. ALCANCE DEL DOCUMENTO.

El alcance del documento comprende la selección de las bombas y dimensionamiento de las tuberías del Sistema Hidroneumático del “**TALLER DE MATERIALES FERROSOS**” hasta su conexión con el Sistema de Aguas Blancas, de acuerdo a los requerimientos dados por la disciplina civil.

Este documento junto con el documento JD1010901-AM16D3-CD01001 Memoria de Cálculo Sistema de Aguas Blancas se usarán como base y guía para la preparación de la Ingeniería de Detalle, planos, requisición de materiales, órdenes de compra y cualquier otro documento de procura.

3. ALCANCE DEL PROYECTO.

Este proyecto está contemplado dentro de los planes de desarrollo de PDVSA Industrial para el período comprendido entre los años 2007-2013.

El proyecto tiene como finalidad desarrollar la Ingeniería Básica y de Detalle del Taller de Materiales Ferrosos del Complejo Planta de Ensamblaje y Fabricación de Taladros Tipo Tierra para el ensamblaje de 20 taladros/año tipo tierra, los cuales van de 750 hp hasta 3000 hp. El taller de Materiales Ferrosos consta de tres naves de un solo nivel construidas con estructura metálica pesada apoyada en fundaciones directas tipo zapata. El taller dispone de seis grúas puente, oficinas, sala de reuniones, comedor y baños, y está dotado de servicios generales de agua potable, agua de riego, aire comprimido, electricidad, drenajes de agua de lluvia y servidas, y sistema de aire acondicionado en oficinas.

El Taller debe cumplir con los requerimientos de PDVSA Industrial en cuanto a normas sanitarias, sismo-resistentes, aire acondicionado, ventilación, eléctricas y de sistemas contra incendio, así como a las recomendaciones de evacuación y desalojo rápido del mismo.

4. DOCUMENTOS DE REFERENCIA.

JD1010901-AM16D3-CD01001	Memoria de Cálculo Sistema de Aguas Blancas.
JD1010901-AM16D3-MD16004	Especificaciones del Sistema Hidroneumático.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA N° PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004	
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05	
	Página 5 de 41	
	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011

JD1010901-AM16D3-MD17004	Hoja de Datos del Sistema Hidroneumático.
JD1010901-AM16D3-MD22004	RPM del Sistema Hidroneumático.
JD1010901-AM16D3-CP15001	Planos de Instalaciones de Aguas Blancas.
JD1010901-AM16D3-CP16001	Generales de Tanques de Almacenamiento de Aguas Blancas.

5. NORMAS Y CODIGOS APLICABLES.

En general, se utilizará el manual de Ingeniería de Diseño de PDVSA, última revisión, así como las normas nacionales e internacionales aplicables a cada proceso.

Forman parte integral del alcance de este informe las siguientes normas, en sus últimas ediciones, incluyendo todos sus apéndices. En caso de ambigüedad entre normas aplicables, prevalecerá la norma con el criterio más estricto.

Normas PDVSA.

Manual de Ingeniería de Diseño (MID).

GA-201	Centrifugal Pumps
H-221	Materiales de Tuberías.
H-251	Process and Utility Piping Design Requirements.
HA-201	Criterios de Diseño para Protección Catódica
HB-202	Piping Material Specifications – Line Class Index.
L-TP1.1	Preparación de Diagramas de Procesos.
L-TP1.5	Cálculo Hidráulico de Tuberías.
N-201	Obras Eléctricas
90616.1.024	Dimensionamiento de Tuberías de Proceso.
90619.091	Puesta a Tierra y Protección contra Sobretensiones
H-250-POT	Process & Utility Piping Design Requirements.
QA-211-PRT	Welding and Weld Inspection.
D-211-PRT	Recipientes a Presión.
D-251-PRT	Requerimientos de Diseño para Recipientes a Presión.

Manual de Ingeniería de Riesgos (MIR).

IR-S-01	Filosofía de Diseño Seguro.
---------	-----------------------------

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 6 de 41 Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

Normas Venezolanas COVENIN.

1750-87	Especificaciones Generales para Edificios.
518-98	Tuberías para la Conducción de Agua a Presión.
1774-81	Tubos de Polietileno de Alta Densidad.
2041-83	Conexiones de Polietileno de Alta Densidad (PEAD).
1561-97	Bombas Hidráulicas Centrifugas (2da Rev.)
643-91	Bombas Hidráulicas Centrifugas. Métodos de Ensayos.

Otras.

Gaceta Oficial N° 4.044 Extraordinaria Normas Sanitarias para Proyecto, Construcción, Reparación, Reforma y Mantenimiento de Edificios.

Technical Paper N°. 410 Crane, 1988.

ASTM D 2466 Standard Specification for Poly (Vinyl Chloride) (PVC) Plastic Pipe Fittings, Schedule 40.

6. CRITERIOS DE DISEÑO.

En el documento JD1010901-AM16D3-MD18001 Bases y Criterios de Diseño, se establecen los requerimientos de diseño generales del sistema, los cuales se resumen en esta sección:

- Las bombas del sistema se diseñarán para un 110% del flujo normal de operación de las mismas
- Para la determinación del Cabezal Neto de Succión Positiva (NPSH) se recomienda usar PDVSA GA-201.
- A fin de permitir una flexibilidad razonable en la selección de las bombas, el NPSH Disponible (dado por el fabricante) debe ser al menos 2 pies más que el requerido por el sistema.
- El sistema de bombeo contará con un equipo de respaldo a fin de disponer de flexibilidad operacional en caso de parada de una de las bombas, ya sea por daños en la misma o por mantenimiento.
- El diseño, la selección de materiales, la fabricación, pruebas y documentos de certificación de calidad de los recipientes a presión se registrará por la norma PDVSA D-211.
- Se debe proveer estos recipientes con medios de aterramiento eléctrico de acuerdo a las normas PDVSA N-201 "Obras Eléctricas" y 90619.091 "Puesta a Tierra y Protección contra Sobretensiones", y de protección catódica apropiada, según las

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 7 de 41 Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

recomendaciones de la norma PDVSA HA-201 “Criterios de Diseño para Protección Catódica”.

- Criterio de velocidades para flujo de agua en tuberías:
 - Succión de bombas, 3 a 7 pie/s.
 - Descarga de bombas, 4 a 10 pie/s.
- Criterio para el diferencial de presión por cada 100 pie de tubería.
 - Succión de bombas, de 0,25 a 0,4 psi/100 pies de tubería.
 - Descarga de bombas de 1,25 a 2 psi/100 pies de tubería.
 - Líneas de agua de 0,25 a 0,5 psi/100 pies de tubería.
 - Descarga de compresor, de 0,2 a 0,5 psi.
- Criterio de rugosidad absoluta.
 - Tubería de acero comercial nueva 0,00015 pies.
 - Tubería de polietileno de alta densidad 0,000005 pies, tomado de catálogos de este tipo de tuberías.

7. DESCRIPCION DEL SISTEMA HIDRONEUMATICO.

El Sistema Hidroneumático del Taller de Materiales Ferrosos tiene como finalidad garantizar el suministro confiable y a presión adecuada del agua potable para consumo humano, baños y riego del taller. Este sistema está basado en el efecto de la compresibilidad del aire que se combina con el agua de suministro en un tanque presurizado a una relación dada para proveer un volumen útil de agua en un rango de presiones pre-establecidas que proporcionen comodidad al personal en los puntos de consumo de agua.

En el Anexo A se muestra un esquema simplificado del sistema y sus diferentes componentes, los cuales se enumeran a continuación:

- Un tanque subterráneo de almacenamiento de agua para uso del taller (Generales de Tanques de Almacenamiento de Aguas Blancas e Incendio - JD1010901-AM16D3-CP16001). Este tanque se dimensiona con una capacidad igual al consumo máximo de agua del taller en dos días más el consumo de agua de riego de un día.
- La acometida para el suministro de agua será desde la red de agua de la Fábrica de Taladros. El diámetro de esta tubería debe ser tal que permita el llenado del tanque subterráneo en un período de 4 horas. Esta acometida contará con la instalación de una válvula y flotador mecánico que cierre la válvula al llenarse el tanque. Así mismo contará con un dispositivo de protección de las bombas contra marcha en seco o con bajo nivel.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 8 de 41 Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

- Las bombas del sistema, cuyo número debe ser tal que la suma de sus caudales cubran al menos el 140% del consumo del taller, permitiendo tener bombas en reserva para cubrir altas demandas.
- Tubería de succión de las bombas, la cual estará provista de una cesta de filtración y una válvula de retención para mantener cebadas las bombas.
- Tubería de descarga de las bombas, provistas de una válvula de retención a la descarga de las bombas para mantener la presión hacia el sistema, una válvula de bloqueo manual para servicio y una válvula de drenaje del sistema hacia el tanque subterráneo, entre las bombas y el tanque hidroneumático.
- El tanque hidroneumático fabricado en acero al carbono contará con tres aberturas para tuberías: una para el suministro de agua a través de las bombas desde el tanque subterráneo, otra para el suministro de aire desde un compresor y una tercera para la salida del agua presurizada hacia el edificio. Adicionalmente, tendrá varias aberturas adicionales para la instalación de los presostatos, un manómetro para control de presión y un dispositivo para control de nivel del tanque, los cuales encenderán y apagarán las bombas y el compresor, a fin de mantener las condiciones preestablecidas del sistema. También estará provisto de una válvula de seguridad.
- Tubería de salida del agua desde el tanque hidroneumático hacia red del taller provista de una válvula de bloqueo manual para servicio.
- Un compresor de aire de bajo flujo para mantener la presión de aire en el sistema
- Tubería de descarga del compresor provisto de una válvula de retención para mantener la presión en el tanque hidroneumático y una válvula de bloqueo manual para servicio.

8. FILOSOFIA DE OPERACIÓN DEL SISTEMA.

El agua de suministro de la red de agua del Taller de MATERIALES FERROSOS entrará al tanque subterráneo a través de la acometida al tanque provista de un flotador para cerrar cuando se llene el tanque.

El agua acumulada en el tanque subterráneo será succionada e impulsada por las bombas centrífugas hacia el tanque hidroneumático, donde va subiendo el nivel hasta un valor que será determinado durante la calibración del sistema durante su instalación. Este valor está muy cercano al 50% del nivel del tanque. Al mismo tiempo, el compresor recíprocante toma aire de la atmósfera y lo comprime e impulsa hacia el tanque hidroneumático hasta alcanzar la presión de 75,84 psig aproximadamente. En caso de sobrepresión del sistema, una válvula de alivio de presión calibrada abre para mantener la presión normal hasta que se restituyan las condiciones normales de operación. Al alcanzarse el nivel y la presión de operación, el sistema de control envía una señal a las

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA: MECÁNICA	Página 9 de 41
Nº PROYECTO: JD1010901	Rev. 0
	Fecha: 11/03/2011

bombas y al compresor para pararlos, y el sistema queda así en capacidad para abastecer la red de agua potable del taller.

Al consumir la red el volumen útil del tanque hidroneumático, un controlador de la relación agua-aire junto a los electrodos de nivel y los presóstatos instalados en el tanque activan las bombas para que arranquen y repongan el nivel normal de agua y encienden el compresor de aire para reponer la presión normal del sistema. Restablecidas las condiciones de operación del sistema hidroneumático, se inicia un nuevo ciclo de operación.

9. PARAMETROS OPERACIONALES DEL SISTEMA.

Los parámetros operacionales más importantes del sistema se tomaron del documento JD1010901-AM16D3-CD01001 "Memoria de Cálculo del Sistema de Aguas Blancas" de la disciplina civil, lo cuales se muestran a continuación.

- Caudal máximo requerido 9,46 lts/s (34,1 m³/h).
- Dimensiones del Tanque Subterráneo: 5,3 m largo x 2,6 m Ancho x 2,5 m profundidad. (Incluye una cámara de aire de 0,30 mts).
- Presión máxima 53,38 m (76 psig).
- Presión mínima 33,38 m (48 psig).
- Dimensiones Tanque Hidroneumático: 1,07 m Diámetro x 3,43 m de Largo.
- Volumen del Tanque Hidroneumático es de 3.028 litros (800 gal)

10. CALCULO DEL COMPRESOR DE AIRE.

El agua tiene una capacidad de disolver 21,3 dm³ de aire por cada m³ de agua a 15°C y 14,7 psi, suponiendo que el agua no tenga ninguna materia en solución. Aunque esta capacidad de absorción del agua está limitada por el cloro de desinfección, con el paso del tiempo debe reponerse la cantidad de aire perdida en el tanque hidroneumático.

El compresor de aire del sistema hidroneumático tiene como función reponer el aire que se pierde por absorción en el agua y por posibles fugas en las tuberías, por lo cual su tamaño es generalmente pequeño. Se recomienda para tanques hidroneumáticos con capacidades iguales o mayores a 320 galones.

Los fabricantes de bombas reconocidos, recomiendan utilizar compresores con una capacidad de 1 a 2 CFM (28,3 l/min a 56,7 l/min) por cada 1000 galones (3.750 l) de la capacidad total del tanque hidroneumático, para el funcionamiento satisfactorio de estos sistemas.

El volumen del tanque hidroneumático es de 3.028 litros. El compresor requerido tendrá la siguiente capacidad:

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05	
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 10 de 41	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011

$$Q_{comp} = \frac{2CFM * 3.028\text{lbs}}{3.750\text{lbs}} = 1,6CFM (45\text{lbs} / \text{min}) \approx 2CFM = 56,6\text{lbs} / \text{min}$$

Este compresor debe ser capaz de vencer la presión máxima del hidroneumático de 53,38 m (75,84 psig). Para estos valores, se estima la potencia de acuerdo al Manual GPSA.

$$bHP = 20 * (r / etapa) * (No.etapas) * (MMPCD) * (F)$$

Donde:

bHP: Potencia al freno, en HP

(20): Multiplicador de la fórmula para gases con gravedad específica ente 0,8 y 1,0.

(r/etapa): Relación de compresión por etapa de compresión, adimensional.

(MMPCD): Millones de pies cúbicos por día a 14,4 psia y temperatura del aire de entrada.

(F): Factor de la fórmula, adimensional

F=1,0 para una etapa

F=1,08 para dos etapas

F=1,10 para tres etapas

La relación de compresión del proceso “r”, viene dada por:

$$r = \frac{Pd}{Ps}$$

Dónde:

Pd: Presión de descarga, psia (Se tomará la presión de descarga de un compresor típico 125 psig)

Ps: Presión de succión, psia

Sustituyendo los valores:

$$r = \frac{139,7\text{psia}}{14,7\text{psia}} = 9,5$$

$$\text{Flujo másico} = \text{Flujo volumétrico} \times \text{densidad del aire} \times 3600\text{seg/hr}$$

Sustituyendo:

$$\text{Flujo másico} = 2\text{pie}^3 / \text{min} \times 60\text{min/hr} \times 1,2\text{Kg/mt}^3 \times 2,2\text{lbs/kg} / 35\text{pie}^3 / \text{mt}^3$$

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 11 de 41	
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011
DISCIPLINA:	MECÁNICA		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

$$\text{Flujo másico} = 9 \text{ lbm/hr}$$

Para este flujo de aire de 2 CFM a 14,7 psia y 90°F, el flujo en MMPCD a condiciones normales 14,4 psia y 90°F, viene dado por:

$$V_1 * P_1 = V_2 * P_2 \quad (\text{gas ideal})$$

Sustituyendo los valores tenemos:

$$2 * 14,7 = V_2 * 14,4$$

$$V_2 = 2 \text{ CFM} = 2 * 1440 \text{ min/di} \text{ a} / 1000000 \text{ p ie}^3 / \text{MMPCED} = 0,00288 \text{ MMP CED}$$

Luego, la potencia requerida será:

$$bHP = 20 * 9,5 * 1 * 0,00288 \text{ MMPCED} * 1,0 = 0,5472 \text{ HP}$$

$$KW = 0,5472 \text{ HP} * 0,41 \text{ KW/HP}$$

En resumen el compresor seleccionado debe tener las características mostradas en la tabla N° 10.1 siguiente:

Tabla N° 10.1 Características del Compresor de Aire.

Tipo de Compresor	Reciprocante lubricado de bancada (sin tanque de reserva de aire)
Capacidad	2 CFM (58 l/min)
Presión mínima de Trabajo	75,84 psig (5,2 Kg/cm ²)
Presión máxima de Trabajo	125 psig (8,8 Kg/cm ²)
Potencia minima	0,5 HP (0,4 KW)
Voltaje/Fase/Frecuencia	120v/monofásico/60Hz

11. TANQUE HIDRONEUMÁTICO.

En el documento JD1010901-AM16D3-CD01001 Memoria de Cálculo Sistema de Aguas Blancas del Taller de Materiales Ferrosos de la disciplina Civil se dimensionó el tamaño del tanque hidroneumático siendo sus dimensiones:

- Tamaño: 42" (1,07 m) Diámetro Externo x 118" (3,43 m) Largo.
- Capacidad: 800 gl (3.028 lts).

Otras características dimensionales del tanque son:

Tipo: Cilíndrico horizontal con casquetes semi-elípticos de relación 2:1

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 12 de 41 Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

Aberturas requeridas en la carcasa:

- Seis aberturas de 1 ½" pulgada para conexión bridada rosca FNPT 3000 lbs en la parte superior del tanque, para tres presostatos, un manómetro, una válvula de seguridad y la entrada de aire al tanque.
- Una abertura de 2 pulgadas para conexión bridada rosca FNPT 3000 lbs en la parte superior del tanque, para el porta electrodos de control de nivel.
- Dos (2) aberturas de 2 pulgadas para conexión bridada Clase 150 RF sch. 40 en la parte inferior del tanque, para el drenaje del tanque.
- Dos aberturas de 4 pulgadas para conexión soldable bridada Clase 150 RF sch. 40 en la parte inferior del tanque para entrada y salida de agua.

Materiales.

Para la fabricación del tanque hidroneumático, se selecciona Acero al Carbono SA-36 el cual tiene un esfuerzo de diseño permitido de 19.300 psi de acuerdo al Código ASME Sección VIII División 2.

- Para las conexiones roscadas (Cuellos roscados soldables) A234 Gr WPB ASME 16.11.
- Para las conexiones bridadas Acero A-105 ASME B16.5.
- Para la tubería acero A-53 Gr. B Sch. 40.

Espesor del Tanque Hidroneumático.

Utilizando el procedimiento de cálculo de recipientes a presión del Código ASME sección VIII, se halla el que el espesor mínimo de las paredes del tanque es 3/8" (9,5 mm) tanto para el cuerpo como para los casquetes. El cálculo se muestra en la tabla N° 11.1 siguiente:

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004	
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05	
	Página 13 de 41	
	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011

Tabla N° 11.1 Cálculo del espesor mínimo de las paredes del Tanque Hidroneumático.

TALLER DE MATERIALES FERROSOS															
Disciplina: Mecánica															
Nombre del Documento					No. Documento										
MEMORIA DE CALCULO DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO					JD1010901-AM16D3-MD01004										
CALCULO DE ESPOSOR PARED DE RECIPIENTES															
1.- NORMA APLICADA :															
ASME Sección VIII División 1 y División 2															
2.- IDENTIFICACION DEL RECIPIENTE:															
TANQUE HIDRONEUMÁTICO TALLER DE GRANALLADO															
3.- NOMENCLATURA:															
P ₀ = Presión de diseño (psig)					P _L = Presión del Líquido (psi)										
S = Esfuerzo Admisible del Material (psi)					D _L = Densidad del Líquido (lb/pulg ³)										
t = Espesor de Pared Calculado (pulg)					H _L = Carga Estática del Líquido (pulg)										
R _c = Radio Corroído (pulg)					P = Presión Total (pulg)										
E = Factor de Eficiencia de la Junta					T ₀ = Temperatura de Diseño (°F)										
C _a = Corrosión Permisible (pulg)					R ₀ = Radio Externo (pulg)										
K = Factor de Radio Esférico					R _i = Radio Interno (pulg)										
t _{sch} = Espesor según Schedule Estandar					h = Altura del cabezal (pulg)										
4.- CALCULO DE LOS ELEMENTOS DEL RECIPIENTE															
4.1.- CALCULO DEL CUERPO CILINDRICO ID= 3,5 Pie x 9,8 Pie Largo															
4.1.1.- FORMULAS															
PRESIÓN DEL LIQUIDO (P _L)					ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL (t < 0.5R)										
P _L = DL x HL					t ₁ = (PRC / (SE-0.6P)) + C.a										
PRESION TOTAL (P)					ESFUERZO LONGITUDINAL (t < 0.5R)										
P = PD + PL					t ₂ = (PRC / (2 x SE + 0.4P)) + C.a										
RADIO CORROIDO (R _c)					ESPOSOR SUPUESTO t _a (t _a > t ₁ y t ₂)										
RC = Ri + C.a					Es el espesor inmediato mayor de acuerdo a las medidas comerciales, no debe ser menor a 1/16" UG-16b										
MAXIMA PRESIÓN DE TRABAJO PERMISIBLE (MAWP)															
Es de 150 psig (1.5 veces la presión máxima en el flujo metro = 1,5x100 psig).															
ESFUERZO CIRCUNFERENCIAL P ₁ (P < 0.385 SE)					ESFUERZO LONGITUDINAL P ₂ (P < 0.1.25 SE)										
MAWPI = SEa / (Rc + 0.6 (ta - C.a))					MAWPI = 2SEa / (Rc + 0.4 (ta - C.a))										
La máxima presión de trabajo permisible será la menor entre P ₁ y P ₂															
4.1.2.- DATOS DE ENTRADA															
Material	D _L (lb/in ³)	H _L (in)	P ₀ (psi)	R _i (in)	c.a. (in)	S (psi)	E	T ₀ (°F)							
SA-36	0.036111111	42.00	150.0	21.00	0.125	19.300	.850	90.0							
4.1.3.- CALCULOS CON ASME SEC. VIII DIV. 1															
Material	P _L	P	R _c	t ₁	t ₂	t _a	MWAP ₁	MWAP ₂							
SA-36	1.52	151.52	21.125	0.32	0.22	3/8	191.26	388.61							
4.1.4.- RESULTADOS															
ESPOSOR DE PARED			3/8	pulg.											
MAWP @ 200 °F			191.257	psi											
PESO ESTIMADO VACIO			4630.50	lbm		3.600									
PESO ESTIMADO LLENO DE AGUA			10514.012	lbm											
% ELONG. DE LA FIBRA MAS EXT.			.446												
4.2.- CALCULO DEL CABEZAL ELIPSOIDAL 2:1															
4.2.1.- FORMULAS															
PRESIÓN DEL LIQUIDO (P _L)					ESPOSOR MINIMO (t _{min})										
P _L = DL x HL					t _{min} = (PKDc / (2SE-0.2P)) + C.a										
PRESION TOTAL (P)					No menor a 1/16" UG-16b										
P = PD + PL					ESPOSOR ASUMIDO (t _a)										
DIAMETRO CORROIDO (R _c)					El espesor inmediato mayor de las medidas comerciales										
Dc = Di + 2xC.a					MAXIMA PRESIÓN DE TRABAJO PERMISIBLE (MWAP)										
FACTOR DE RADIO ESFERICO (K)					MAWP = (2SE (ta - C.a)) / (KDc - (K-0.1)x2(ta - C.a))										
K = 0,167 x (2 + ((Dc)/2) / (2h)²)															
4.2.2.- DATOS DE ENTRADA															
Material	D _L (lb/in ³)	H _L (in)	P ₀ (psi)	R _i (in)	c.a. (in)	S (psi)	E	T ₀ (°F)							
SA-36	0.0361	42.00	150.0	42.00	0.125	19.300	.85	90							
4.2.3.- CALCULOS CON ASME SEC. VIII DIV. 1															
Material	P _L	P	Dc	K	t _{min}	t _a	MWAP	h							
SA-36	1.52	151.52	42.25	1.0100	0.32	3/8	190.48	10.50							
4.2.4.- RESULTADOS															
ESPOSOR DE PARED			3/8	pulg.											
MAWP @ 200 °F			190	psi											
PESO ESTIMADO VACIO			589	lbm		(Incluye los Dos Cabezales)									
PESO ESTIMADO LLENO			1990	lbm		(Incluye los Dos Cabezales)									
4.3.- PESOS DE BOQUILLAS, SILAS Y ACCESORIOS															
BOQUILLAS					ACCESORIOS										
DIAMETRO	SERVICIO	VACIO	LLENO	PESO											
4"	ENTRADA DE AGUA	27.3	28.7	15% DEL PESO DEL RECIPIENTE PARA ACCESORIOS COMO SOPORTES, INTERNOS, CLIPS, ETC											
4"	SALIDA DE AGUA	27.3	28.7												
2"	PORTAELECTRODOS DE NIVEL	1.0	1.1												
2"	DRENAJE DEL TANQUE	1.0	1.1												
1 1/2"	ENTRADA DE AIRE	0.5	0.5												
1 1/2"	VÁLVULA DE SEGURIDAD	0.5	0.5												
1 1/2"	MANÓMETRO	0.5	0.5												
1 1/2"	PRESOSTATO	0.5	0.5												
1 1/2"	PRESOSTATO	0.5	0.5												
1 1/2"	PRESOSTATO	0.5	0.5												
1 1/2"	PRESOSTATO	0.5	0.5												
1"	VISOR DE NIVEL	0.5	0.5												
TOTAL		60.1	63.1							783					
PESO TOTAL DEL RECIPIENTE VACIO:			6.062							Lbm	/	2.750	Kg		
PESO TOTAL DEL RECIPIENTE LLENO:			13.350							Lbm	/	6.055	Kg		
PESO TOTAL DEL RECIP. OPERACION:			10.859	Lbm	/	4.926	Kg								

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 14 de 41 Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

Análisis de Esfuerzos.

En el caso de que el tanque se llene de líquido, debemos revisar si el tanque no se deformará, para lo cual calculamos los esfuerzos en este tanque que va a estar soportado por dos silleas o durmientes de concreto. Los esfuerzos resultantes pueden verse en la tabla anexa

Los resultados obtenidos muestran que el tanque no se deformará en caso de llenarse completamente de líquido, para esfuerzos longitudinales o de corte con un espesor de pared de 9,5 mm (0,375 pulg.) y los durmientes en la posición mostrada en la Figura N°. 11.1. Sin embargo, para este espesor, el esfuerzo sobre la silleta es mayor que 1,5 veces el esfuerzo de tensión para el material dado. Por esta razón se recomienda que el tanque lleve un refuerzo de plancha del mismo material en la zona de apoyo de cada una de las silleas con un espesor de 9.5 mm (0.375 pulg).

Diseño de los Apoyos del Tanque Hidroneumático.

El tanque hidroneumático se ubicará a una altura de 1300 mm medida desde la línea central del tanque hasta el nivel del piso, apoyado en dos soportes de concreto armado.

El tanque se proveerá de dos asientos metálicos diseñados según la norma PDVSA 10603.2.202 "Asientos Metálicos para Soportes de Concreto", que se apoyarán en los dos soportes de concreto armado mencionados.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	Página 15 de 41
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Rev. 0
Nº PROYECTO:	JD1010901	Fecha: 11/03/2011

ANÁLISIS DE ESFUERZO DEL TANQUE HIDRONEUMÁTICO							
CONDICIONES DE DISEÑO		L = 156 pulg.	A = 15,7 pulg.	ts = 0,375 pulg.	b = 4 pulg.	P = 150 lb/pulg. ² Presión de Diseño interna	S = 19000 lb/pulg. ² Esfuerzo del Material del Recipiente
		R = 24 pulg.	H = 12,0 pulg.	Th = 0,375 pulg.	θ = 120 grados	E = 0,85 Eficiencia de soldadura Perimetral	Q = 10440 lb Carga en una Silleta
ESFUERZOS	CONDICIONES	MÁXIMO ESFUERZO EN	ECUACIONES	CÁLCULO	MÁXIMO ESFUERZO PERMISIBLE	CÁLCULO	RESULTADOS
PANDEO LONGITUDINAL	CUERPO REFORZADO POR TAPAS O ANILLOS O CUERPO SIN REFORZAR	EN LAS SILLETAS (TENSION EN LA PARTE SUPERIOR, COMPRESION EN EL FONDO)	$S_1 = \pm QA \left((1 - (1 - (A/L) + ((R^2 - H^2)/(2AL))) / (1 + (4H/3L))) / (K_1 R^2 ts) \right)$	$S_1 = + 376 \text{ lb/pulg}^2$	A Tension, $S_1 + PR/2ts <$ Esfuerzo de Fluencia del Material / A compresion, $S_1 <= (E/29) (t/R) \times 2 - (2/3)(100)(t/R)$	$(376 + 4804) \text{ lb/pulg}^2 < 36000 \text{ lb/pulg}^2$	Siendo la suma de esfuerzos menor al esfuerzo de fluencia, el tanque no se pandeará longitudinalmente con las silletas ubicadas a 15,7 pulg. de los extremos del cuerpo del tanque
		EN EL CENTRO (TENSION EN EL FONDO, COMPRESION EN LA PARTE SUPERIOR)	$S_1 = \pm (QU/4) (1 + 2(((R^2 - H^2)/L^2) / (1 + (4H/3L))) - (4A/L)) / (nR^2 ts)$				
CORTE TANGENCIAL	SILLETAS LEJANAS A LAS TAPAS $A > R/2$	EN EL CUERPO	$S_2 = (K_2 Q / R ts) ((L - 2a) / (L + (4H/3)))$	N/A	$S_2 <= 0,8$ Esfuerzo Tension del Material	$1021 \text{ lb/pulg}^2 < 0,8 \times 19000 \text{ lb/pulg}^2 = 15440 \text{ lb/pulg}^2$	El valor de S2 es menor que 0,8 Esfuerzo de tension
		EN LAS TAPAS	$S_2 = (K_2 Q / R ts) ((L - 2a) / (L + (4H/3)))$	N/A			
	SILLETAS CERCANAS A LAS TAPAS $A <= R/2$	EN EL CUERPO	$S_2 = (K_4 Q / R ts)$	$S_2 = 1021 \text{ lb/pulg}^2$	$S_2 <= 0,8$ Esfuerzo Tension del Material	$1021 \text{ lb/pulg}^2 < 0,8 \times 19000 \text{ lb/pulg}^2 = 15440 \text{ lb/pulg}^2$	Los esfuerzos de corte en las tapas son menores que 1,25 Esfuerzo de Tension.
		EN LAS TAPAS	$S_2 = (K_4 Q / R th)$				
ESFUERZOS ADICIONALES EN LAS TAPAS	$S_3 = (K_5 Q / R th)$	$S_3 = 465 \text{ lb/pulg}^2$	$S_3 +$ Esfuerzo presión interna $<= 1,25$ Esfuerzo Tension en las Tapas	$465 \text{ lb/pulg}^2 < 1,25 \times 19000 \text{ lb/pulg}^2 = 24125 \text{ lb/pulg}^2$			
CIRCUNFERENCIAL	SIN ATIESADORES	$L >= 8R$	$S_4 = (Q / (4ts (b + 1,56(Rts)^{0,5}) - (3K_6 Q / 2 ts^2)))$	$S_4 = -55591 \text{ lb/pulg}^2$	$S_4 <= 1,5$ Esfuerzo Tension material del Cuerpo	$-55789 \text{ lb/pulg}^2 > 1,5 \times 19000 \text{ lb/pulg}^2 = 28950 \text{ lb/pulg}^2$	El esfuerzo circunferencial en la silleta es mayor que 1,5 Esfuerzo de tension por lo que el espesor debe ser de 13 mm (0,5 pulg.)
		EN UNION CON LA SILLETA	$S_4 = - (Q / (4ts (b + 1,56(Rts)^{0,5}) - (12K_6 QR / L ts^2)))$	N/A			
	CON O SIN ATIESADOR	EN LA PARTE INFERIOR DEL CUERPO	$S_5 = (K_7 Q / (ts (b + 1,56(Rts)^{0,5})))$	$S_5 = 2438 \text{ lb/pulg}^2$	$S_5 <= 0,5$ Limite de Fluencia del Material del Cuerpo	$2438 \text{ lb/pulg}^2 <= 0,5 \times 36000 \text{ lb/pulg}^2 = 18000 \text{ lb/pulg}^2$	El esfuerzo en la parte inferior del cuerpo es menor que 0,5 esfuerzo de fluencia.

Figura N° 11.1 Posición de los Durmientes Tanque Hidroneumático.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MECÁNICA	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 16 de 41
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0
		Fecha: 11/03/2011

Tabla N°. 11.2 Valores de la constante K.

VALORES DE LA CONSTANTE "K" (INTERPOLAR PARA VALORES INTERMEDIOS)											
ANGULO DE CONTACTO θ	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	K ₇	K ₈	K ₉	K ₁₀	K ₁₁
120	0.335	1.171		0.880	0.401		0.760	0.603	0.34	0.053	0.204
122	0.345	1.139		0.846	0.393		0.753	0.618			
124	0.355	1.108		0.813	0.385		0.746	0.634			
126	0.366	1.078		0.781	0.377		0.739	0.651			
128	0.376	1.050		0.751	0.369		0.732	0.669			
130	0.387	1.022		0.722	0.362		0.726	0.680	0.33	0.045	0.222
132	0.398	0.996		0.694	0.355		0.720	0.705			
134	0.409	0.971		0.667	0.347		0.714	0.722			
136	0.420	0.946		0.641	0.340		0.708	0.740			
138	0.432	0.923		0.616	0.344		0.702	0.759			
140	0.443	0.900		0.592	0.327		0.697	0.780	0.32	0.037	0.241
142	0.455	0.879		0.569	0.320		0.692	0.796			
144	0.467	0.858		0.547	0.314		0.687	0.813			
146	0.480	0.837		0.526	0.308		0.682	0.831			
148	0.492	0.818		0.505	0.301		0.678	0.853			
150	0.505	0.799		0.485	0.295		0.673	0.876	0.30	0.032	0.259
152	0.518	0.781		0.466	0.289		0.669	0.894			
154	0.531	0.763		0.418	0.283		0.665	0.913			
156	0.544	0.746		0.430	0.278		0.661	0.933			
158	0.557	0.729		0.413	0.272		0.657	0.954			
160	0.571	0.713		0.396	0.266		0.654	0.976	0.29	0.026	0.279
162	0.585	0.698		0.380	0.261		0.650	0.994			
164	0.599	0.683		0.365	0.256		0.647	1.013			
166	0.613	0.668		0.350	0.250		0.643	1.033			
168	0.627	0.654		0.336	0.245		0.640	1.054			
170	0.642	0.640		0.322	0.240		0.637	1.079	0.27	0.022	0.298
172	0.657	0.627		0.309	0.235		0.635	1.097			
174	0.672	0.614		0.296	0.230		0.632	1.116			
176	0.687	0.601		0.283	0.225		0.629	1.137			
178	0.702	0.589		0.271	0.220		0.627	1.158			
180	0.718	0.577		0.260	0.216		0.624	1.183	0.25	0.017	0.318

* K1 = 3.14 SI EL RECIPIENTE TIENE ANILLO DE REFUERZO O CABEZA (A < R/2)

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO

PROYECTO: **TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM
INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT
INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE**

FASE: **INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE**

DOCUMENTO: **MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO**

DISCIPLINA: **MECÁNICA**

Nº PROYECTO: **JD1010901**

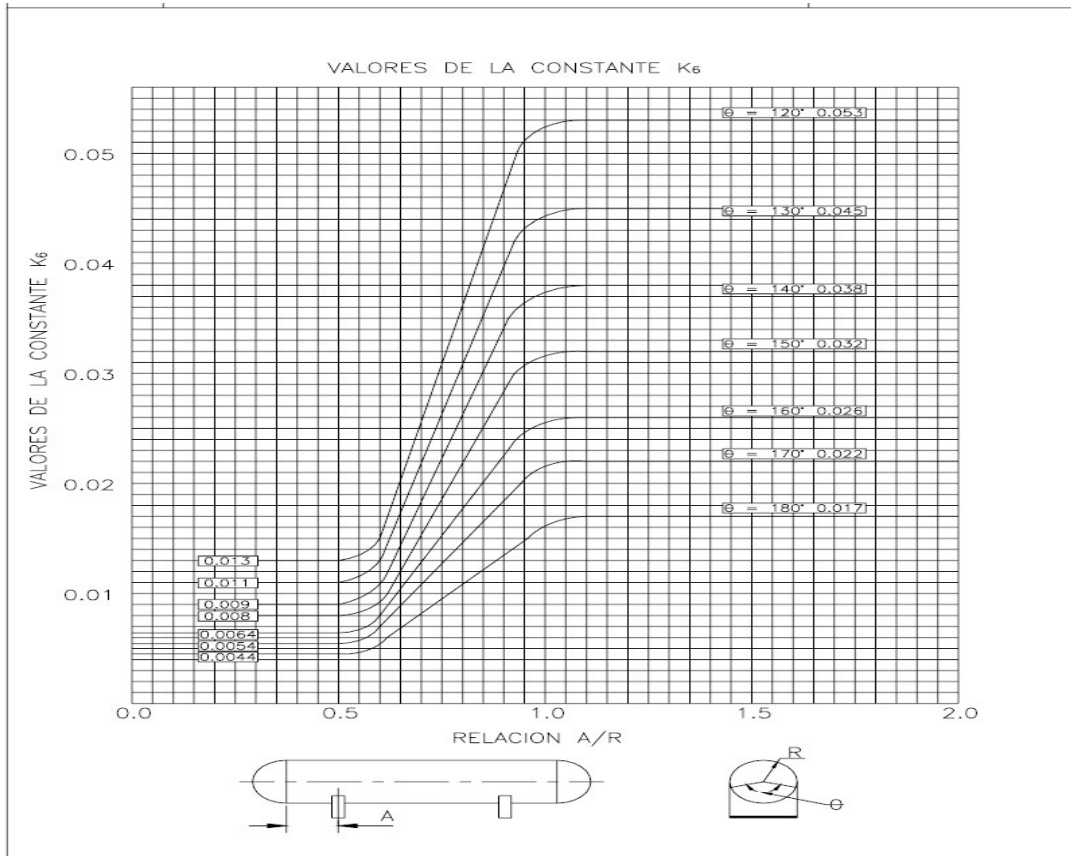
DOCUMENTO NÚMERO
JD1010901-AM16D3-MD01004

DOCUMENTO RLG
C-1-013-M-MC-05

Página 17 de 41

Rev. 0

Fecha: 11/03/2011



Requerimientos del Tanque Hidroneumático.

En resumen, el sistema hidroneumático se adquirirá como un paquete el cual incluye las bombas, el compresor, el tanque hidroneumático con sus accesorios y las tuberías de agua y de aire. Las características mínimas del tanque son las siguientes:

Diámetro interno = 1070 mm (42 pulg.)

Longitud S-S = 3430 mm (118 pulg).

Casquetes Semi-elípticos de relación 2:1

Espesor de Pared Cilindro: 9.5 mm (0,375 pulg).

Espesor Casquetes: 9.5 mm (0,375 pulg).

Espesor refuerzo en el área de la silleta: 9,5 mm (0,375 pulg).

Material: ASTM A-36.

La Fig. N°. 11.2 muestra un esquema de la configuración del tanque.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MECÁNICA	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:		Página 18 de 41
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0
		Fecha: 11/03/2011

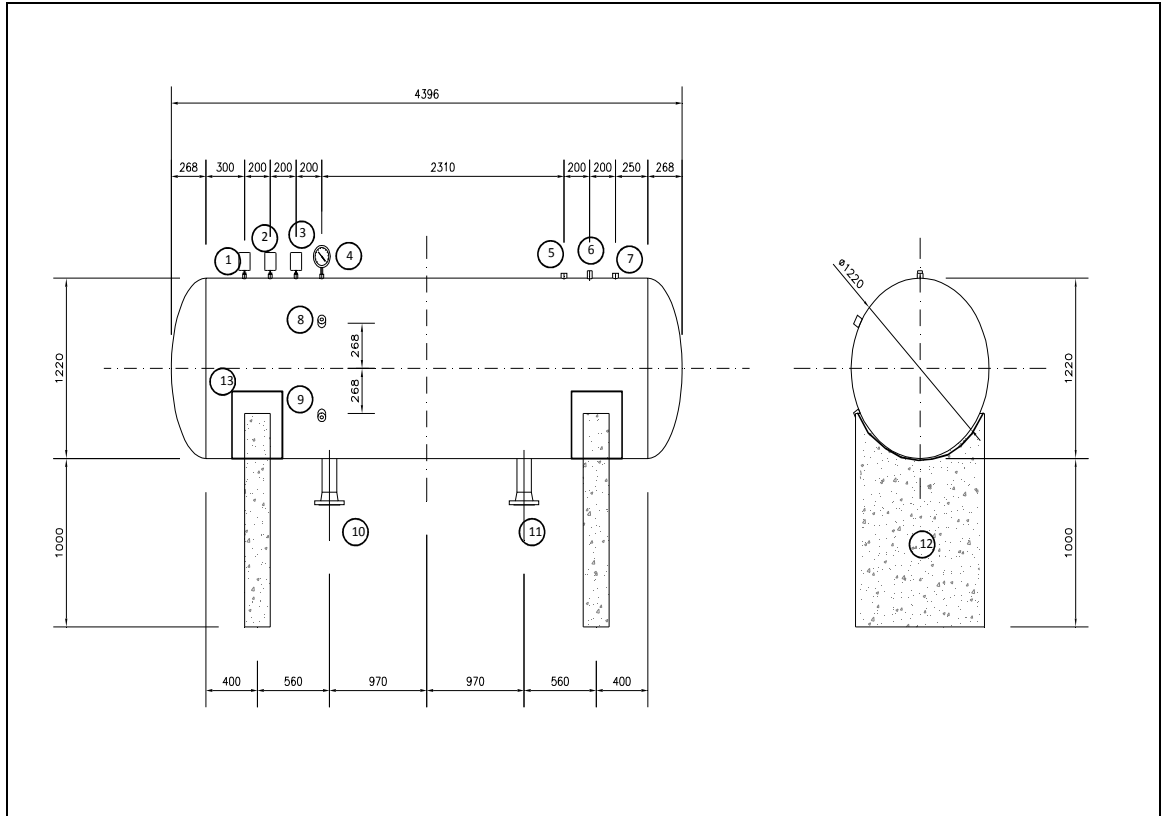


Figura N°. 11.2 Configuración del Tanque.

Nº.	Conexión	Uso
1	Cuello bridado 1 1/2"D x 3000lb A234 Gr WPB ASME 16.11	Presostato
2	Cuello bridado 1 1/2"D x 3000lb A234 Gr WPB ASME 16.11	Presostato
3	Cuello bridado 1 1/2"D x 3000lb A234 Gr WPB ASME 16.11	Presostato
4	Cuello bridado 1 1/2"D x 3000lb A234 Gr WPB ASME 16.11	Manómetro
5	Cuello bridado 1 1/2"D x 3000lb A234 Gr WPB ASME 16.11	Válvula de Seguridad
6	Cuello bridada 2"D x 150 lb RF Sch. 40 A-105 ASME B16.5	Electrodos de Nivel
7	Cuello bridada 1 1/2"D x 3000lb A234 Gr	Entrada de Aire del

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 19 de 41
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0
		Fecha: 11/03/2011

	WPB ASME 16.11	Compresor
8	Cuello bridada 2"D x 150 lb RF Sch. 40 A-105 ASME B16.5	Visor de Nivel
9	Cuello soldable 2"D x 150 lb RF Sch. 40 A-105 ASME B16.5	Visor de Nivel
10	Brida WN 4"D x 150 lb RF Sch. 40 A-105 ASME B16.5	Salida de Agua
11	Brida WN 4"D x 150 lb RF Sch. 40 A-105 ASME B16.5	Entrada de Agua
12	Base de concreto armado de 1000 mm alto x 200 mm Ancho	Soporte del tanque.
13	Plancha acero ASTM A-36 Esp.:9.5 mm (0.375 pulg.)	Refuerzo área de las silletas.

Cálculo de la Válvula de Seguridad del Tanque Hidroneumático.

Determinación de la presión de ajuste:

La presión máxima de operación del sistema es de 125 psig, pero cada elemento tiene presiones máximas permitidas que deben evaluarse para fijar la presión de ajuste de la válvula de alivio.

En la tabla N°. 11.3 pueden verse las presiones máximas permitidas en los diferentes elementos del sistema:

Tabla N° 11.3 Presiones Máximas Permitidas.

Nº.	Elemento del Sistema	Máxima presión permitida(psig)
1	Compresor recíprocante	125
2	Bomba de Agua	100
3	Tanque hidroneumático	150
4	Tuberías	225
5	Fluxómetro baños	100

La presión máxima a la cual puede someterse el sistema para no provocar daños está limitada por la presión máxima de los fluxómetros que es de 100 psig. Para una sobre presión en la válvula de alivio del 10% de la presión de ajuste, se tiene:

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 20 de 41
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0
		Fecha: 11/03/2011

$$\begin{aligned} \text{Presión de Ajuste} &= \text{Presión Máxima Permitida} - 0,10 \times \text{Presión Máxima Permitida} \\ &= (100 - 0,10 \times 100) \text{ psig} = 90 \text{ psig} \end{aligned}$$

Determinación del flujo a desalojar:

El tanque hidroneumático con sus entradas y salidas se muestra en el esquema de la Figura N° 11.3.

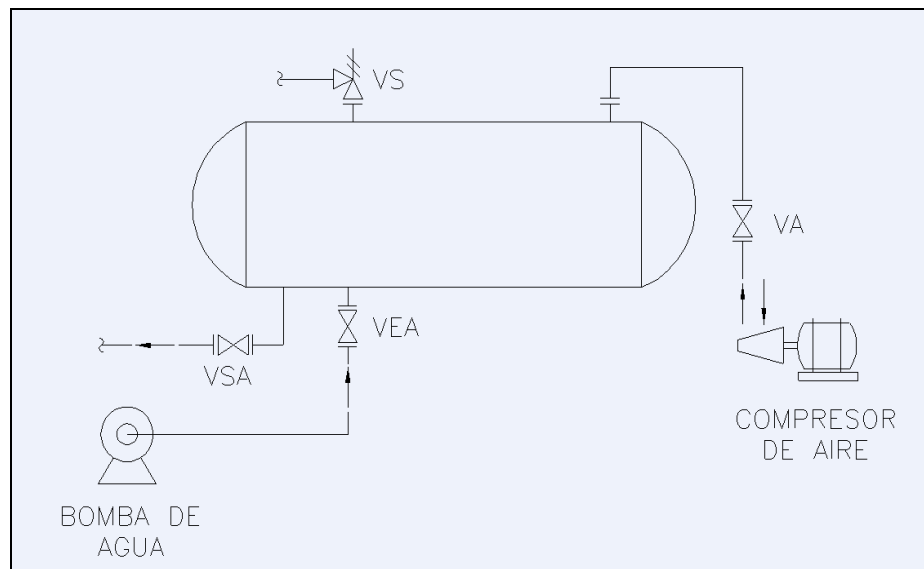


Figura N°. 11.3 Esquema de Tanque Hidroneumático.

Para dimensionar la válvula de alivio del tanque hidroneumático, se analizan las posibles contingencias y si tienen alguna consecuencia sobre el sistema.

Nº.	Contingencia	Consecuencia
1	Cierre válvula compresor de aire Va	Sin consecuencias: sistema de control para el compresor alta presión.
2	Cierre de válvula de entrada de agua Vea.	Sin consecuencias: El sistema de control para la bomba por alta presión.
3	Cierre válvula de salida de agua Vsa	Sin consecuencias: El sistema de control para la bomba por alto nivel del tanque hidroneumático.
4	Compresor de aire no para	Posible presurización del sistema.
5	Bomba de agua no pare	Sin consecuencia. Bomba seleccionada con una curva plana, para un cabezal máximo de 100 psig.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 21 de 41
	Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

Como se puede ver, las contingencias 4 pueden producir sobre presión en el sistema y daño a los fluxómetros en primera instancia, por el aporte de aire al sistema en el caso de falla del sistema de control que no pare el compresor.

Al alcanzarse la presión de ajuste, cualquier volumen adicional de aire que entre en el tanque debe ser desalojado para evitar la sobre presión. El flujo de aire entrando desde el compresor es:

$$Q_{Comp} = 2 \text{ pie}^3/\text{min}$$

$$m_{Comp} = (2 \text{ pie}^3/\text{min} \times 1,2 \text{ kg/m}^3 \times 2,2 \text{ lb/Kg}) / (35,3 \text{ pie}^3/\text{m}^3 \times 60 \text{ s/min})$$

$$= 0.00249 \text{ lb/s} = 9 \text{ lb/h}$$

Cálculo de la válvula de seguridad.

Con éste valor de flujo, estimamos el área del orificio de la válvula de seguridad, mediante la siguiente fórmula, tomada de un manual de fabricantes:

$$A = W / B \times C \times K_o \times P_1 \times (M/Z \times T)^{0,5}$$

Dónde:

A: Área efectiva de descarga de la válvula, en pulg².

W: Flujo másico a través de la válvula, en lb/h.

B: Constante de conversión de unidades, 1 para el sistema inglés.

C: Factor que depende de la relación de calores específicos, tomado de la tabla siguiente.

Cp/Cv	1	1.1	1.16	1.2	1.25	1.3	1.35	1.4
C	315	327	333	337	342	347	351	356

Para el aire se toma Cp/Cv = 1,4, siendo C= 356.

Ko: Coeficiente de descarga de la válvula dado por el fabricante. Para relaciones de presiones de entrada-descarga 2:1 se asume Ko=0

P1: Presión de alivio, en psig, viene dada por la expresión:

$$P_1 = \text{Prsión de Ajuste} + \text{sobrepresión permitida} + \text{presión atmosférica}$$

Sobre presión permitida es 10% de la presión de ajuste (Código ASME Sección VIII)

$$P_1 = 90 \text{ psig} + 0,1 \times 90 \text{ psig} + 14,7 \text{ psi} = 113.7 \text{ psia}$$

M: peso molecular del aire, 29 lb/lbmol

Z: factor de compresibilidad del aire. Se asume gas ideal ya que las presiones son bajas.

T: Temperatura del aire, 90°F = (90 + 460) r = 550 R

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG	
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05	
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 22 de 41	
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011

Luego sustituyendo valores, tenemos:

$$A = 9 \text{ lb/h} / (1 \times 356 \times 1 \times 113,7 \text{ psia} \times (29 / 1 \times 550 \text{ R})^{0,5}) = 0,000968 \text{ pulg}^2$$

El orificio más pequeño fabricado comercialmente es de 0,074 pulg² para una válvula de seguridad, y corresponde a una válvula de tamaño ½" x 1" tipo roscada con capacidad de 150 CFM de aire a 60°F y sobrepresión del 10%, descargando a la atmósfera.

Otros parámetros que se calculan para estas válvulas son el "Blowdown" o diferencia de presiones entre la presión de ajuste y la presión de cierre, y el "Popping Pressure" que es la diferencia de presiones entre la presión de apertura y la presión de ajuste.

$$\text{Blowdown} = 0,007 \times \text{Presión de Ajuste} = 0,07 \times 90 \text{ psig} = 6,3 \text{ psi}$$

$$\text{Popping pressure} = 0,03 \times \text{Presión de Ajuste} = 0,03 \times 90 \text{ psig} = 2,7 \text{ psi}$$

Estos valores indican que la válvula abrirá a 93 psig y cerrará a 84 psig aproximadamente.

En resumen, se requiere una válvula de seguridad con las características mostradas en la tabla N° 11.4 siguiente:

Tabla N° 11.4 Características de la Válvula de Seguridad Tanque Hidroneumático.

Tipo	Convencional De Resorte No Balanceada (Sin Fuelles)
Capacidad	150 CFM a 60°F descargando a la atmósfera con sobrepresión del 10%
Presión de Ajuste	90 psig
Presión de Ajuste Máxima	300 psig
Sobrepresión	10% Presión de Ajuste
Blowdown Máximo	7% Presión de Ajuste
Popping Pressure Máximo	3% Presión de Ajuste
Contrapresión	Presión atmosférica
Área Efectiva Orificio	0,074 pulg ²
Tamaño	½" MNPT x 1" FNPT

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 23 de 41
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0
		Fecha: 11/03/2011

Materiales	Cuerpo: Bronce o Acero al Carbono Internos: SS316 Asiento: Goma
Accesorios	Estándar.
Norma	Código ASME sección VIII

12. NIVELES DE ARRANQUE Y PARADA DE LAS BOMBAS Y COMPRESOR.

Teniendo en cuenta el volumen de agua útil a ser utilizado en el tanque Hidroneumático, y el cual fue calculado en el documento JD1010901-TN18D3-CD01001 Memoria de Cálculo Sistema de Aguas Blancas de la disciplina civil, se procedió a determinar los niveles de arranque y parada de los bombas y el compresor.

$$V_u = 37\% = 0.37 * 3028 \text{ lts} = 1120 \text{ lts}$$

Según Norma PDVSA MDP-03-S-03 "Tambores líquidos-Vapor", se indica que el nivel bajo de líquido en recipientes verticales y horizontales hasta la boquilla de salida del mismo debe ser como mínimo 230 mm. Teniendo en cuenta la geometría del recipiente y asumiendo como nivel mínimo 300 mm tenemos los siguientes resultados.

Volumen mínimo de agua del tanque = 774 lts

Volumen de aire = 3028-1120-774 = 1134 lts

Nivel máximo de agua en el tanque = 646 mm

Esto quiere decir que la Bomba arrancará cuando el recipiente alcance un nivel mínimo de 300 mm y se detendrá cuando alcance los 646 mm con respecto a su cara inferior.

Por el contrario el compresor arrancará cuando el nivel de agua alcance su nivel máximo y se detendrá cuando alcance su nivel mínimo según lo indicado en el párrafo anterior.

13. CÁLCULO DE LAS TUBERÍAS DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO.

Las tuberías del Sistema Hidroneumático del Taller de Materiales Ferrosos, incluyen los tramos:

- Succión de las bombas.
- Descarga de las bombas hacia el tanque presurizado o pulmón.
- La tubería desde el tanque presurizado o pulmón hasta la conexión con el Sistema de Aguas Blancas del Taller de Materiales Ferrosos en la Tanquilla de Distribución TQ-01 (Ver Plano JD010901-AM16D3-CP15001 Instalaciones de Aguas Blancas).
- Y la tubería que une el compresor de aire con el tanque presurizado o pulmón.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA: MECÁNICA	Página 24 de 41
Nº PROYECTO: JD1010901	Rev. 0
	Fecha: 11/03/2011

La tubería seleccionada para la succión y descarga de las bombas y la tubería del compresor de aire serán de acuerdo a la especificación de línea HX2 incluida en la especificación de Ingeniería PDVSA H-221, la cual indica que la tubería es de Acero al Carbono Galvanizado, cuyas características se pueden ver en el Anexo B. Este tipo de tubería no requiere recubrimiento adicional.

Para el tramo de la tubería desde el tanque presurizado o pulmón hasta la tanquilla TQ-01 del Sistema de Aguas Blancas del Taller de Materiales Ferrosos, será de tubería de compuestos de Polivinilo Clorado de Alta Densidad (PEAD), Tipo II, Grado I, tal como se definen en las normas ASTM D 12454 B & D 2241, y las conexiones según norma ASTM D 2466 y deberá cumplir con la Norma Covenin 518-98, en concordancia con la especificación de tuberías dadas por la disciplina civil para la red de distribución del Taller de Materiales Ferrosos.

Las condiciones de diseño asumidas para el cálculo son:

a) Propiedades del agua.

- Temperatura: 90 °F
- Densidad del agua(ρ): 62.4 lbm/pie³
- Viscosidad del agua (μ): 0.75 cP, (Tomado del Paper Nº. 410 Crane pág. A-3 para agua a 90°F).
- Flujo Volumétrico de agua: 9,46 lts/s = 0,33 pie³/s
- Flujo másico de agua, 74.13 lb/h.

$$\text{Flujo másico} = \text{Flujo volumétrico} \times \text{densidad del agua} \times 3600 \text{seg} / \text{hr}$$

$$\text{Flujo másico} = 0,33 \text{ pie}^3/\text{sg} \times 62,4 \text{ lbm}/\text{pie}^3 \times 3600 \text{ seg}/\text{hr} = 74.13 \text{ lbm}/\text{hr}$$

b) Presión (P) en la válvula de pie, tanque lleno:

Columna de agua (h): 2,1 m= 6,89 pie

$$P = \rho \times g \times h / gc \times 144$$

Dónde:

ρ : Densidad del agua, lbm/pie³

g: Aceleración de gravedad: 32.2 pie/ s²

h: Altura de la columna de agua con el tanque lleno, pie

gc: Factor dimensional del sistema inglés de unidades, 32,2 lbf pie/lbm s²

144: Factor de conversión de pie² a pulg²

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 25 de 41 Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

Luego,

$$P = 62,4 \text{ lbm/} \pi \text{e}^3 \times 32,2 \text{ } \pi \text{e/seg}^2 \times 6,89 \text{ } \pi \text{e/} 32,2 \text{ lb} \cdot \pi \text{e/lb} \cdot \text{msg}^2 / \text{gc} \times 144$$

$$P = 2,99 \text{ psig}$$

- c) Presión en el tanque hidroneumático, salida de las líneas de descarga de las bombas, entrada a la línea desde tanque hidroneumático hasta la tanquilla TQ-01 y de la línea del compresor, 69,23 psig. Tomado del documento JD1010901-AM16D3-CD01001 "Memoria de Cálculo Sistema de Aguas Blancas"

- d) Geometría de las Tuberías.

Se tomó la geometría y los accesorios de las líneas calculadas del plano JD01010901-AM16D3-CP15001 Instalaciones de Aguas Blancas.

El diámetro de las tuberías del sistema hidroneumático que cumplen con las premisas de diseño y resultan más económicas para este sistema, son:

- a) Succión de las bombas, 6 pulgadas SCH 40 acero galvanizado.
- b) Descarga de las bombas, 4 pulgadas SCH 40 acero galvanizado.
- c) Tubería desde tanque presurizado hasta tanquilla TQ-01, 4 pulgadas PEAD.
- d) Tubería descarga Compresor, 1 pulgada, SCH 40 acero galvanizado.

Los resultados de los cálculos para la selección de los diámetros de las tuberías pueden verse en las tablas N° 12.1, 12.2, 12.3 y 12.4, tomando como base el flujo y presión normal del sistema hidroneumático.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004	
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05	
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 26 de 41	
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011
DISCIPLINA:	MECÁNICA		
Nº PROYECTO:	JD1010901		

Tabla Nº 12.1 Selección del Diámetro de la Tubería de Succión de las Bombas.

Nº de Línea		TRAMO SUCCION BOMBAS	TRAMO SUCCION BOMBAS	TRAMO SUCCION BOMBAS
Desde		TANQUE SUBTERRANEO	TANQUE SUBTERRANEO	TANQUE SUBTERRANEO
Hasta		SUCCION DE BOMBAS	SUCCION DE BOMBAS	SUCCION DE BOMBAS
DTI				
Servicio		SUCCION DE BOMBAS	SUCCION DE BOMBAS	SUCCION DE BOMBAS
Fase (L o G)		L	L	L
Temperatura, °F		90.0	90.0	90.0
Presión fijada, psig		3.00	3.00	3.00
Presión fijada entrada o salida		Entrada	Entrada	Entrada
Presión calculada, psig		1.66	1.07	-0.57
CARACTERÍSTICAS DE LA LINEA		A120 Galv. SCH 40	A120 Galv. SCH 40	A120 Galv. SCH 40
Código del Criterio de diseño		SBLE	SBLE	SBLE
Diámetro interno, pulg		6.065	4.026	3.068
Longitud del Tramo, pie		20	20	20
Elevación Diferencial (salida-entrada), pies		2.8	2.8	2.8
Rugosidad Absoluta, pie		0.00015	0.00015	0.00015
ε/D		0.00030	0.00045	0.00059
ACCESORIOS		L/D		
Válvula de Compuerta	8	3	3	3
Válvula Check	135	1	1	1
Codo estandar de 90°	30	2	2	2
Codo estandar de 45°	16			
T recta	20	1	1	1
T rama	56	1	1	1
Reductor				
Angulo reductor, deg				
segundo diametro interno, pulg				
K reductor		0.000	0.000	0.000
Expansion				
Angulo expansion, deg				
segundo diametro interno, pulg				
K expansion		0.000	0.000	0.000
Entrada a Tubería (canto vivo)		1	1	1
Salida de Tubería				
Otro coef. resistencia ($\Delta P = K \cdot \rho \cdot v^2 / (2 \cdot g \cdot 144)$)				
Otra perdida de carga, psi				
PROPIEDADES LIQUIDO				
Flujo másico, lb/h		80870	80870	80870
Densidad, lb/pie ³		62.4	62.4	62.4
Viscosidad, cP		0.75	0.75	0.75
CÁLCULOS PARA LIQUIDO				
Flujo de Líquido, GPM		161.6	161.6	161.6
Velocidad, pie/s		1.79	4.07	7.01
Número de Reynolds		1.12E+05	1.69E+05	2.22E+05
Factor de Fricción de Moody		0.0192	0.0190	0.0192
ΔP Calc., psi /100pie		0.0822	0.6314	2.4893
ρV^2 , lb/pie.s ²		201	1035	3068
Fact. Fric. Moody turbulento total		0.01	0.02	0.02
Coef. Resistancia accesorios		4.89	5.30	5.61
ΔP Total Tramo, psi		1.3358	1.9313	3.5659
CRITERIO DE DIMENSIONAMIENTO				
Criterio de Diseño: Succión de Bombas Líquido en Equilibrio (SBLE)		SBLE	SBLE	SBLE
Máxima Velocidad, pie/s		3	3	3
Máxima ΔP, psi/100pie		0.4	0.4	0.4
Diámetro Seleccionado Cumple con Criteros de Diseño		SI	NO	NO

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MECÁNICA	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	JD1010901	Página 27 de 41
Nº PROYECTO:		Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

Tabla. Nº 12.2 Selección del Diámetro de la Tubería de la Descarga de las Bombas.

N° de Línea	TRAMO DESCARGA BOMBAS	TRAMO DESCARGA BOMBAS	TRAMO DESCARGA BOMBAS
Desde	DESCARGA DE BOMBA	DESCARGA DE BOMBA	DESCARGA DE BOMBA
Hasta	TANQUE HIDRONEUMATICO	TANQUE HIDRONEUMATICO	TANQUE HIDRONEUMATICO
DTI			
Servicio	DESCARGA DE BOMBA	DESCARGA DE BOMBA	DESCARGA DE BOMBA
Fase (L o G)	L	L	L
Temperatura, °F	90.0	90.0	90.0
Presión fijada, psig	75.84	75.84	75.84
Presion fijada entrada o salida	Salida	Salida	Entrada
Presion calculada, psig	76.71	78.69	72.27
CARACTERÍSTICAS DE LA LINEA			
	A120 Galv. SCH 40	A120 Galv. SCH 40	A120 Galv. SCH 40
Código del Criterio de diseño	DB1	DB1	SBLE
Diámetro interno, pulg	4.026	3.068	3.068
Longitud del Tramo, pie	23	23	20
Elevación Diferencial (salida-entrada), pies	0	0	2.8
Rugosidad Absoluta, pie	0.00015	0.00015	0.00015
ϵ/D	0.00045	0.00059	0.00059
ACCESORIOS L/D			
Válvula de Compuerta	8	1	3
Válvula Check	135	1	1
Codo estandar de 90°	30	5	2
Codo estandar de 45°	16		
T recta	20	1	1
T rama	56	1	1
Reductor			
Angulo reductor, deg			
segundo diametro interno, pulg			
K reductor	0.000	0.000	0.000
Expansion			
Angulo expansion, deg			
segundo diametro interno, pulg			
K expansion	0.000	0.000	0.000
Entrada a Tubería (canto vivo)	1	1	1
Salida de Tubería			
Otro coef. resistencia ($\Delta P = K \cdot \rho \cdot v^2 / (2 \cdot g \cdot 144)$)			
Otra pérdida de carga, psi			
PROPIEDADES LIQUIDO			
Flujo másico, lb/h	80870	80870	80870
Densidad, lb/pie ³	62.4	62.4	62.4
Viscosidad, cP	0.75	0.75	0.75
CÁLCULOS PARA LIQUIDO			
Flujo de Líquido, GPM	161.6	161.6	161.6
Velocidad, pie/s	4.07	7.01	7.01
Número de Reynolds	1.69E+05	2.22E+05	2.22E+05
Factor de Fricción de Moody	0.0190	0.0192	0.0192
ΔP Calc., psi /100pie	0.6314	2.4893	2.4893
ρv^2 , lb/pie.s ²	1035	3068	3068
Fact. Fric. Moody turbulento total	0.02	0.02	0.02
Coef. Resistancia accesorios	6.51	6.89	5.61
ΔP Total Tramo, psi	0.8713	2.8511	3.5659
CRITERIO DE DIMENSIONAMIENTO			
Criterio de Diseño: Descarga de Bombas			
$\Delta P < 725$ psi (DB1)	DB1	DB1	SBLE
Máxima ΔP , psi/100pie	2	2	0.4
Diámetro Seleccionado Cumple con Criteros de Diseño	SI	NO	NO

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05
DOCUMENTO:	MECÁNICA	Página 28 de 41
DISCIPLINA:	JD1010901	Rev. 0 Fecha: 11/03/2011
Nº PROYECTO:		

Tabla. Nº 12.3 Selección del Diámetro de la Tubería de la Descarga Tanque Hidroneumático / Tanquilla / TQ-01.

Nº de Línea		TRAMO DESCARGA HIDRONEUMATICO	TRAMO DESCARGA HIDRONEUMATICO
Desde		TANQUE HIDRONEUMATICO	TANQUE HIDRONEUMATICO
Hasta		TANQUILLA TQ-1	TANQUILLA TQ-1
DTI			
Servicio		DESCARGA HIDRONEUMATICO	DESCARGA HIDRONEUMATICO
Fase (L o G)		L	L
Temperatura, °F		90.0	90.0
Presión fijada, psig		75.84	75.84
Presion fijada entrada o salida		Entrada	Entrada
Presion calculada, psig		75.53	74.90
CARACTERISTICAS DE LA LINEA		PVC 150 PSIG 4.072	PVC 150 PSIG 3.166
Código del Criterio de diseño		TCLA	TCLA
Diámetro interno, pulg		4.072	3.166
Longitud del Tramo, pie		23	23
Elevación Diferencial (salida-entrada), pies		0	0
Rugosidad Absoluta, pie		0.000005	0.000005
ε/D		0.00001	0.00002
ACCESORIOS		L/D	
Válvula de Compuerta	8	1	1
Válvula Check	135		
Codo estandar de 90°	30	3	3
Codo estandar de 45°	16		
T recta	20		
T rama	56		
Reductor			
Angulo reductor, deg			
segundo diametro interno, pulg			
K reductor		0.000	0.000
Expansion			
Angulo expansion, deg			
segundo diametro interno, pulg			
K expansion		0.000	0.000
Entrada a Tubería (canto vivo)			
Salida de Tubería		1	1
Otro coef. resistencia ($\Delta P=K.p.v^2/(2.g.144)$)			
Otra perdida de carga, psi			
PROPIEDADES LIQUIDO			
Flujo másico, lb/h		80870	80870
Densidad, lb/pie ³		62.4	62.4
Viscosidad, cP		0.75	0.75
CÁLCULOS PARA LIQUIDO			
Flujo de Líquido, GPM		161.6	161.6
Velocidad, pie/s		3.98	6.58
Número de Reynolds		1.67E+05	2.15E+05
Factor de Fricción de Moody		0.0162	0.0155
ΔP Calc., psi /100pie		0.5102	1.7164
ρV ² , lb/pie.s ²		989	2706
Fact. Fric. Moody turbulento total		0.01	0.01
Coef. Resistancia accesorios		1.84	1.87
ΔP Total Tramo, psi		0.3135	0.9418
CRITERIO DE DIMENSIONAMIENTO			
Criterio de Diseño: Tramo Corto Linea de Agua(TCLA)		TCLA	TCLA
Máxima ΔP, psi/100pie		0.5	0.5
Diámetro Seleccionado Cumple con Criteros de Diseño		SI	NO

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MECÁNICA	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	JD1010901	Página 29 de 41
Nº PROYECTO:		Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

Tabla. Nº 12.4 Selección del Diámetro de la Tubería de Descarga del Compresor de Aire.

Nº de Línea	TUBERIA COMPRESOR DE AIRE	TUBERIA COMPRESOR DE AIRE
Desde	COMPRESOR	COMPRESOR
Hasta	TANQUE HIDRONEUMATICO	TANQUE HIDRONEUMATICO
DTI		
Servicio	DESCARGA COMPRESOR DE AIRE	DESCARGA COMPRESOR DE AIRE
Fase (L o G)	G	G
Temperatura, °F	90.0	90.0
Presión fijada, psig	75.84	75.84
Presion fijada entrada o salida	Salida	Salida
Presion calculada, psig	75.84	75.85
CARACTERÍSTICAS DE LA LINEA		
	A 120 Galv. Sch 40 2.067"	A 120 Galv. Sch 40 1.049"
Código del Criterio de diseño	DC	DC
Diámetro interno, pulg	2.067	1.049
Longitud del Tramo, pie	13.7	13.7
Elevación Diferencial (salida-entrada), pies	1.6	1.6
Rugosidad Absoluta, pie	0.00015	0.00015
ε/D	0.00087	0.00172
ACCESORIOS		
	L/D	
Válvula de Compuerta	8	2
Válvula Check	135	
Codo estandar de 90°	30	3
Codo estandar de 45°	16	
T recta	20	
T rama	56	
Reductor		
Angulo reductor, deg		
segundo diametro interno, pulg		
K reductor	0.000	0.000
Expansion		
Angulo expansion, deg		
segundo diametro interno, pulg		
K expansion	0.000	0.000
Entrada a Tubería (canto vivo)		
Salida de Tubería	1	1
Otro coef. resistencia ($\Delta P = K \cdot \rho \cdot v^2 / (2 \cdot g \cdot 144)$)		
Otra perdida de carga, psi		
PROPIEDADES GAS		
Flujo másico, lb/h	9	9
Peso Molecular	29.00	29.00
Viscosidad, cP	0.0210	0.0210
CP/CV	1.400	1.400
Factor de Compresibilidad Z	1.000	1.000
CÁLCULOS PARA GAS		
Densidad, lb/pie ³	0.445	0.445
Velocidad, pie/s	0.24	0.94
Velocidad Sónica, pie/s	1149.1	1149.1
Número de Mach	0.000	0.00
Número de Reynolds	1.31E+03	2.58E+03
Factor de Fricción de Moody	0.0489	0.0372
ΔP Calc., psi /100pie	0.0001	0.0018
ρV ² , lb/pie.s ²	0	0
Fact. Fric. Moody turbulento total	0.0190	0.022
Coef. Resistancia accesorios	3.012	3.203
ΔP Total Tramo, psi	0.005	0.005
CRITERIO DE DIMENSIONAMIENTO		
Criterio de Diseño: Descarga de Compresor (DC)	DC	DC
Máxima ρV ² , lb/pie.s ²	4000	4000
Máxima ΔP, psi/100pie	0.5	0.5
Diámetro Seleccionado Cumple con Criterios de Diseño	SI	SI

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA N° PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004	
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05	
	Página 30 de 41	
	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011

14. SELECCIÓN DE LAS BOMBAS DEL SISTEMA.

De acuerdo a los parámetros de operación del sistema dados en el documento JD1010901-AM16D3-CD01001 "Memoria de Cálculo del Sistema de Aguas Blancas" de la disciplina Civil, las bombas deben manejar un caudal máximo de 9,46 lts/s para un cabezal máximo de 53,38 m de agua que equivalen a 75,84 psig.

- Cálculo de la Potencia.

$$HP = \frac{Qd(\text{ lts / seg }) * H(\text{ mts })}{75 * n(\%)}$$

Donde:

HP = Potencia de la bomba, HP.

Qd = Caudal diseño de la bomba, lts/seg. (10% Q máximo)

H = Carga total o presión de bombeo contra la red de la bomba, pie

n = Rendimiento de la bomba, que a los efectos del cálculo teórico se estima en 75%

$$Q_{\text{diseño}} = 1,1 \times 9,46 \text{ lts/seg} = 10,4 \text{ lts/seg}$$

$$HP_B = \frac{10,4 * 53,38}{75 * 0,75} = 9,87 \text{ HP}$$

Los motores eléctricos que accionan las bombas deberán tener una potencia normal de 130 % de la absorbida por la bomba, si son trifásicos, por tanto:

$$HP_M = R(\%) * HP_b = 1,30 * 9,87 = 12,83 \text{ HP} \quad (\text{c/u})$$

- Cálculo del *NPSH disponible*

$$NPSH_d = \frac{2.31(P_s - P_v)}{SGragua} \pm H - hf$$

Donde:

NPSHd Cabezal de Succión Neto disponible, pies.

Pt = Presión en el tanque subterráneo, 14,7 psia.

Pv del agua = Presión de vapor del agua @ 90°F, 0,698 psia.

SGragua: Gravedad específica del agua 0,990.

H : altura desde el nivel de agua hasta el ojo de la bomba, pies.

hf: pérdidas por fricción tubería y accesorios, pies.

Accesorio Succión

Longitud equivalente

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 31 de 41
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0
		Fecha: 11/03/2011

	<u>(Le) (pies)</u>
Válvula de pie con cesta	48
Tramo de tubería vertical	9.2
Codo 90°	11
Válvula de compuerta	4
Tee "branch"	28
Válvula de compuerta	4
Tee "run"	8
Válvula de compuerta	4
Codo 90°	11
Tramo de Tubería Horizontal	9.7
	136.9

Todos los accesorios son de 6" SCH 40 diámetro interno 6,068 pulg

- Cálculo de la Velocidad (v).

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

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 \times (0,51)^2}{4} = 0,201 \text{ pies}^2$$

$$v = \frac{0,33 \text{ pie}^3 / \text{seg}}{0,201 \text{ pie}^2} = 1,62 \text{ pie} / \text{seg}$$

- Cálculo del ΔP por cada 100.

$$\Delta P \text{ por cada } 100 \text{ pies} = \frac{\rho f_m L v^2}{144 D^2 g}$$

$$f_f = \text{factor de fricción de Fanning} = 0,0044$$

$$f_m = \text{factor de fricción de Moody} = 0,0175$$

$$\Delta P \text{ por cada } 100 \text{ pies} = 0,0632 \text{ pie} / 100 \text{ pie}$$

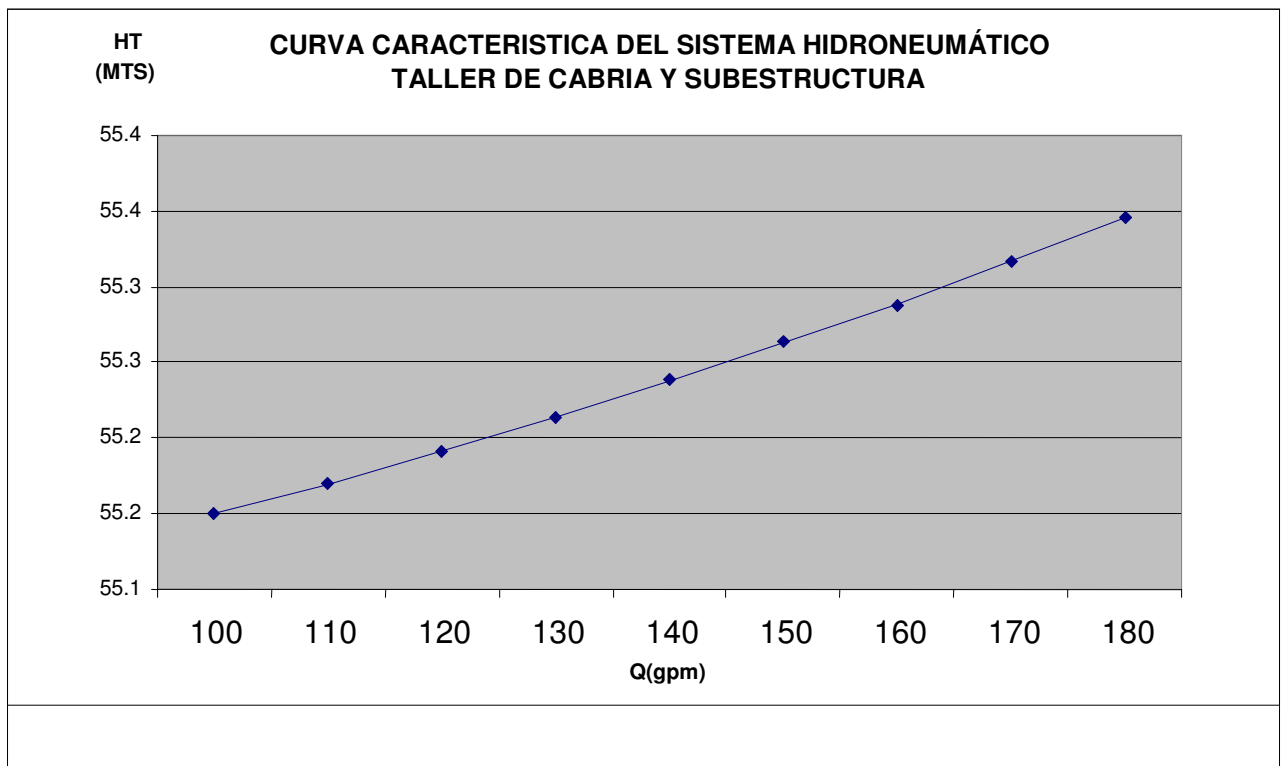
$$hf = 0.099523$$

$$H = 0,703m = 2.31 \text{ pies}$$

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 32 de 41
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0
		Fecha: 11/03/2011

$$NPSH_d = \frac{2.31 (14,7 \text{ psi} - 0.698 \text{ psi})}{0,990} - 2,31 \text{ pie} - 0.099523 \text{ pie}$$

$$NPSH_d = 30,3 \text{ pie} = 9,2 \text{ mts}$$



DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05
FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	Página 33 de 41
DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	Rev. 0
DISCIPLINA: MECÁNICA	Fecha: 11/03/2011
Nº PROYECTO: JD1010901	

En resumen las bombas seleccionadas deberá tener las siguientes características:

Cantidad	2
Tipo	Centrífuga
Caudal	9,46 lts/sg (150 gpm)
Caudal de Diseño	11,1 lt/sg (176 gpm)
Cabezal	53,38 mts (75,84 psig)
Eficiencia	0,75
NPSH disponible	9,2mts
Potencia Mecánica	9,87 HP
Potencia del Motor	15 HP
Voltaje/Fase/Frecuencia	480V/3F/60Hz

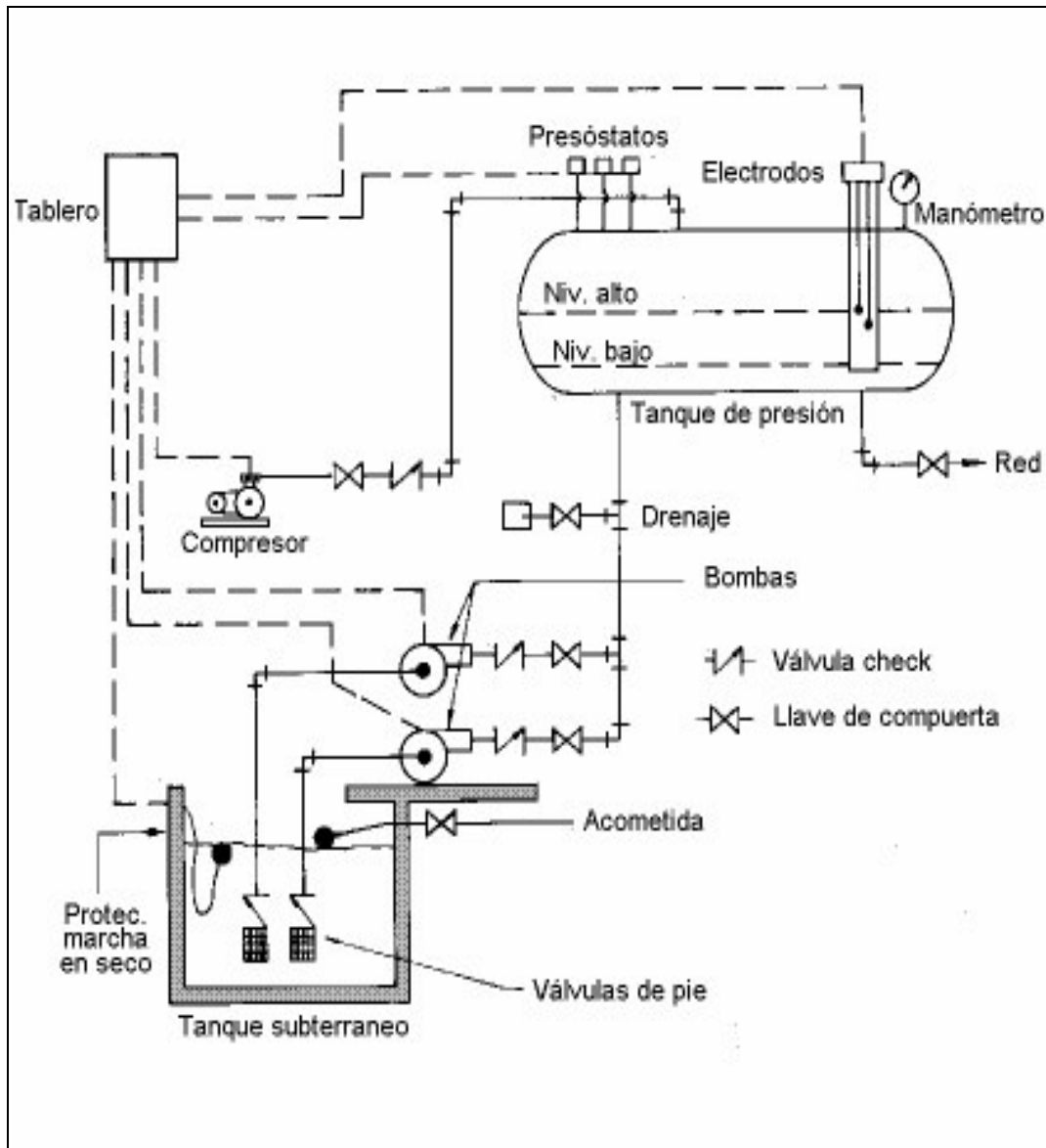
15. ANEXOS.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 34 de 41 Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

ANEXO A
ESQUEMA DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO	DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA: MECÁNICA	Página 35 de 41
Nº PROYECTO: JD1010901	Rev. 0 Fecha: 11/03/2011


ESQUEMA DEL SISTEMA HIDRONEUMÁTICO.



DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 36 de 41 Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

ANEXO B
CARACTERÍSTICAS DE LAS TUBERÍAS
(NORMA PDVSA H-221)

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE FASE: DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004	
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05	
	Página 37 de 41	
	Rev. 0	Fecha: 11/03/2011

	ESPECIFICACIÓN DE INGENIERÍA		PDVSAH-221
	MATERIALES DE TUBERÍAS		REVISION: 1 FECHA: MAY.07
			Página 212

[.Menú Principal](#)

[Índice manual](#)

[Índice volumen](#)


[Índice norma](#)

ESPECIFICACION DE LINEA HX2

CLASE 150 FF/125 FF – ACERO AL CARBONO GALVANIZADO

SERVICIO	Para Instrumentos de Aire, Agua Potable, Nitrógeno	
LIMITES DE PRESION/TEMPERATURA	10,5 kg/cm ² a 100°C	
CORROSION PERMITIDA	0,0825"	
TUBERIA (NOTA 3)	1/2" a 2"	Sch. 80 T&C A120, sin costura, galvanizada
	3" a 6"	Sch. 40 Extremo biselado A120, soldado por resistencia eléctrica, galvanizada
	8" a 12"	Sch. 20 Extremo biselado A120, soldado por resistencia eléctrica, galvanizada
NIPLES	1/2" a 2"	Sch. 80, A120, sin costura, galvanizada
BRIDAS (NOTA 1 y 2)	Clase 150 RF, FF, A105	
	1/2" a 2"	Roscada, galvanizada
	3" a 8"	Cuello Soldado (Maquinado internamente para igualar el D.I. del tubo)
	10" a 12"	Deslizante
ACCESORIOS (NOTA 1)	A197 M.I. – de reborde, galvanizada	
	1/2" a 2"	Roscada 300# (uniones con asientos de bronce)
	A234 Gr. WPB	
	3" a 12"	Soldado a tope o sin costura, Sch. que iguale el tubo.
EMPAQUETADURAS	Cara completamente comprimida de asbesto, espesor 1/8", Durabla o equivalente	
PERNOS	Acero al carbono, A307 Gr. B; Pernos maquinados de cabeza hexagonal, tuercas hexagonales pesadas	
VALVULAS		
Tamaño Pequeño (NOTA 5)	Clase 125 Roscada, Bronce, B62	
	1/2" a 2"	Compuerta (cuña sólida) Crane 428
	1/2" a 2"	Bola (300#) asientos y sellos TFM, Jamesbury Clincher
	1/2" a 2"	Retención (deslizante) Crane 37
Tamaño Grande (NOTA 4)	Clase 125 FF Bridadas, A216 IBBM, para uso sobre tierra y en fosos de válvulas	
	3" a 12"	Compuerta (cuña sólida) Crane 461

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE FASE: DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 38 de 41
Rev. 0	Fecha: 11/03/2011

	ESPECIFICACIÓN DE INGENIERÍA		PDVSAH-221
	MATERIALES DE TUBERÍAS		REVISION FECHA 1 MAY.07
			Página 213

[Menú Principal](#)

[Índice manual](#)

[Índice volumen](#)

[Índice norma](#)

	3" a 12"	Retención (de inserción) disco bronce-aluminio, asiento Buna-N, ballestas de acero inoxidable, Mission Duo-Check II (cara plana) 12 HMP	
VALVULAS DE MARIPOSA (NOTA 4)	3" a 12"	Clase 125, cuerpo y disco de hierro dúctil, asiento Buna-N, oper. por palanca, serie Normiseal R	
JUNTAS	Sin Mantenimiento	Con Mantenimiento	
	1/2" a 2"	Roscada	1/2" a 2" Uniones Roscadas
	3" y mayores	Soldado a tope	3" y mayores Bridadas
CONEXIONES	RAMALES	TABLA A	
	VENTEO Y DRENAJE	3/4" a 1 1/2" 3000# conexión de rosca normal de tubo (NPT) con válvula de compuerta terminales 3/4" roscado hembra x roscado hembra, Crane 428	
	INSTRUMENTO		
	Presión	3/4" 3000# conexión de rosca normal de tubo (NPT) con válvula de compuerta terminales 3/4" roscado hembra x roscado hembra, Crane 428	
	Flujo	1/2" conexión de rosca normal de tubo (NPT) conectada con válvula de compuerta 1/2" roscada	
	Temperatura	1" Rosca Normal de Tubo (NPT)	

NOTAS:

- Los accesorios negros y bridas deben ser limpiados y galvanizados en frío con "Galvacon" o equivalente después de su fabricación.
- Se podrán usar bridas de desplazamiento en lugar de cuello soldado cuando por motivos de espacio así se requiera.
- Toda tubería que requiera ser enterrada debe ser recubierta y envuelta de acero con la Especificación de Ingeniería PDVSA O-201.
- Las válvulas de mariposa podrán ser usadas como una válvula primaria para bloqueo y estrangulamiento. Las válvulas de compuerta serán secundarias para bloqueo. Las válvulas de tamaño grande para uso en atmósfera de plantas de azufre serán solamente válvulas de mariposa.
- Las válvulas de extremos roscados de tamaño pequeño para usarse en plantas con atmósferas sulfúricas deben ser como se indica a continuación:

1/2" a 2"	Compuerta (cuña sólida) tapa y cuerpo de hierro colado, vástago con acero bañado de níquel, Crane 488
1/2" a 2"	Bola (300#) cuerpo de acero al carbono, asientos y sellos TFE, Jamesbury Clincher.
1/2" a 2"	Retención (deslizante) cuerpo de hierro maleable, cubierta y disco, Crane 346-1/2

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO PROYECTO: TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE FASE: INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE DOCUMENTO: MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO DISCIPLINA: MECÁNICA Nº PROYECTO: JD1010901	DOCUMENTO NÚMERO JD1010901-AM16D3-MD01004
	DOCUMENTO RLG C-1-013-M-MC-05 Página 39 de 41 Rev. 0 Fecha: 11/03/2011

ANEXO C

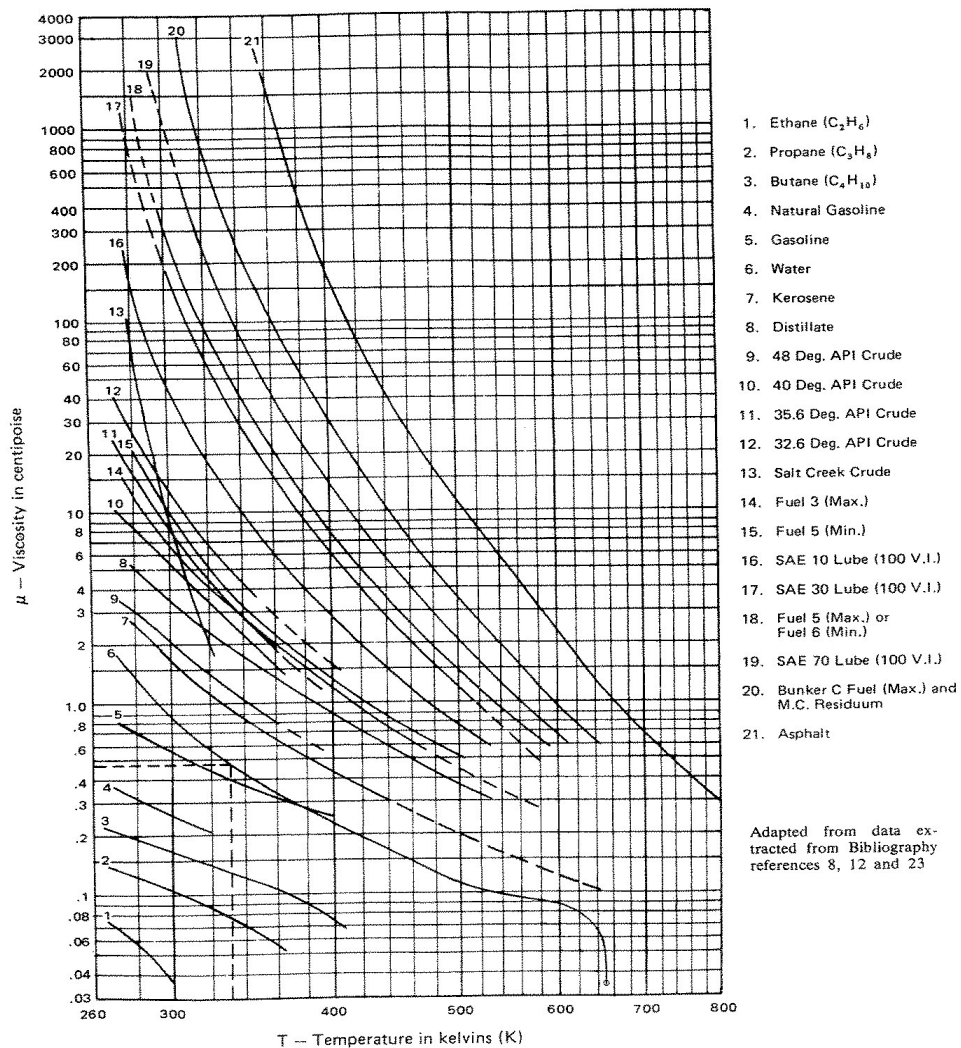
GRÁFICAS UTILIZADAS DEL TECHNICAL PAPER Nº. 410 DE CRANE

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 40 de 41
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0
		Fecha: 11/03/2011

VISCOSIDAD DEL AGUA Y PRODUCTOS LÍQUIDOS DEL PETRÓLEO.

APPENDIX A
CRANE PHYSICAL PROPERTIES OF FLUIDS AND FLOW CHARACTERISTICS OF VALVES, FITTINGS AND PIPE A - 3

Viscosity of Water and Liquid Petroleum Products



Example: Find the viscosity of water at 60°C
Solution: 60°C = 273 + 60 = 333 K
Viscosity of water at 333 K = 0.47 centipoise (curve 6)

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO		DOCUMENTO NÚMERO
PROYECTO:	TALLER DE MATERIALES FERROSOS DE LA ESCM INDUSTRIA CHINA VENEZOLANA DE TALADROS-ICVT	JD1010901-AM16D3-MD01004
FASE:	INGENIERÍA BÁSICA Y DE DETALLE	DOCUMENTO RLG
DOCUMENTO:	MEMORIA DE CÁLCULO SISTEMA HIDRONEUMÁTICO	C-1-013-M-MC-05
DISCIPLINA:	MECÁNICA	Página 41 de 41
Nº PROYECTO:	JD1010901	Rev. 0
		Fecha: 11/03/2011

RUGOSIDAD RELATIVA DE MATERIALES DE TUBERÍAS Y FACTORES DE FRICCIÓN PARA FLUJO COMPLETAMENTE TURBULENTO.

FIG. 17-3

Relative Roughness of Pipe Materials and Friction Factors for Complete Turbulence⁵

