

MECANIZACIÓN DE LA PLANTA DE DESINFECTANTES LÍQUIDOS DE LA
EMPRESA FARMACÉUTICOS VETERINARIOS DE SANTANDER
FHARMAVICOLA S.A.

ZAYRA PAOLA CABALLERO MONSALVE



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA 2012

MECANIZACIÓN DE LA PLANTA DE DESINFECTANTES LÍQUIDOS DE LA
EMPRESA FARMACÉUTICOS VETERINARIOS DE SANTANDER
FHARMAVICOLA S.A.

ZAYRA PAOLA CABALLERO MONSALVE

Trabajo de grado como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO QUÍMICO

Director:

Ph.D MARÍA PAOLA MARADEI GARCÍA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍA FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA 2012

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
1. GENERALIDADES	15
1.1. ALCANCE DEL PROYECTO	15
1.2. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.3. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO..	16
1.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA	18
1.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS.....	19
2. DISEÑO DEL TANQUE	21
2.1. DIMENSIONES DEL AGITADOR.....	21
2.2. DIMENSIONES DEL TANQUE	22
2.2.1. Dimensiones de los fondos	23
2.3. DISEÑO MECÁNICO DEL TANQUE.....	24
2.3.1. Relación de parámetros utilizados.....	24
2.3.2. Espesores de las paredes del tanque	24
3. DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO	25
3.1. DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS.....	25
3.1.1. Parámetros de diseño	25
3.1.2. Carga Dinámica Total (TDH)	26
3.1.3. NPSH disponible del sistema	27
3.1.4. Potencia hidráulica (P_H) y Potencia consumida (P_a) por el sistema	27
3.2. DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE MATERIAS PRIMAS AL TANQUE AGITADO	28
3.2.1 Parámetros de diseño	28
3.2.2. Carga Dinámica Total (TDH)	28
3.2.3. NPSH disponible del sistema	29

3.2.4. Potencia hidráulica (P_H) y Potencia consumida (P_a) por el sistema	29
3.3. SELECCIÓN DE BOMBAS	30
3.3.1. Especificaciones técnicas de las bombas seleccionadas	30
3.4. DISEÑO DE SISTEMA DE ENVASADO DE DESINFECTANTES	32
3.4.1. Carga Dinámica Total (TDH)	32
3.4.2. Potencia hidráulica P_H y Potencia consumida (P_a) por el sistema	33
3.5. SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS	34
3.5.1. Accesorios	34
4. EVALUACIÓN ECONÓMICA	35
4.1. BENEFICIOS	35
4.2. AMORTIZACIÓN	36
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología utilizada para el desarrollo del proyecto	17
Figura 2. Planta de producción de desinfectantes	18
Figura 3. Dimensiones del agitador	22
Figura 4. Fondo toriesférico	43
Figura 5. Esquema de la abertura de 16"	49
Figura 6. Diseño básico del tanque.....	50
Figura 7. Válvula de compuerta	70
Figura 8. Válvula de retención	70
Figura 9. Codos, te y reducciones	70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades de las materias primas	19
Tabla 2. Dimensiones del agitador.....	22
Tabla 3. Dimensiones de los fondos del tanque	23
Tabla 4. Condiciones de operación del sistema	25
Tabla 5. TDH para el sistema de recepción de materias primas.....	27
Tabla 6. NPSH disponible del sistema de recepción de materias primas	27
Tabla 7. P_H y P_a para el sistema de recepción de materias primas	28
Tabla 8. TDH para el sistema de transporte de materias primas al tanque	29
Tabla 9. NPSH disponible para el sistema transporte de materias primas al tanque	29
Tabla 10. P_H y P_a para el sistema transporte de materias primas al tanque	29
Tabla 11. Especificaciones de la bomba CDX 70/076 M de la empresa Ebara	30
Tabla 12. Especificaciones de la bomba SEEPEX de la empresa NOVATEC	31
Tabla 13. Especificaciones de la bomba CDX 120/106 seleccionada	32
Tabla 14. TDH para el sistema de transporte de productos del tanque a envasado	33
Tabla 15. Especificaciones de la bomba 110v AC	34
Tabla 16. Accesorios utilizados en los sistemas de bombeo	34
Tabla 17. Costos de inversión.....	35
Tabla 18. Comparación de tiempos de producción lote	36
Tabla 19. Comparación de costo de producción lote	36
Tabla 20. Tiempos de amortización	37
Tabla 21. Factor de fricción tubería de succión (Recepción de materias primas)..	56
Tabla 22. Perdida por accesorios en la tubería de succión (Recepción de materias primas).....	57
Tabla 23. Perdida en la tubería de succión (Recepción de materias primas)	57

Tabla 24. Factor de fricción tubería de descarga (Recepción de materias primas)	58
Tabla 25. Perdida por accesorios en la tubería descarga (Recepción de materias primas)	58
Tabla 26. Perdida en la tubería de descarga (Recepción de materias primas)	58
Tabla 27. Perdida por accesorios en la tubería de succión (materias primas al tanque)	59
Tabla 28. Perdida totales en la tubería de succión (materias primas al tanque)	60
Tabla 29. Perdida por accesorios en la tubería (materias primas al tanque)	60
Tabla 30. Perdida totales en la tubería de descarga (materias primas al tanque)	61
Tabla 31. Carga Total Dinámica	61
Tabla 32 Propiedades de las materias primas	62
Tabla 33. Pérdidas en la tubería de succión de los dos sistemas	62
Tabla 34. Cabeza neta de succión positiva disponible (NPSH)	63
Tabla 35 Potencia hidráulica calculada	63
Tabla 36 potencia absorbida de la bomba	64
Tabla 37. Reynolds de los productos	66
Tabla 38. Perdida por accesorios en la tubería de succión sistema de envasado	66
Tabla 39. Factor de fricción de los productos en la manguera de descarga	67
Tabla 40. Pérdidas totales	67
Tabla 41. Carga Total Dinámica (THD)	67
Tabla 42. Potencia hidráulica calculada sistema de envasado	67
Tabla 43. Potencia absorbida por la bomba sistema de envasado	68
Tabla 44. Valor horas empleados	90
Tabla 45. Tiempo de fabricación (mecanizado)	90
Tabla 46. Envasado (mecanizado)	90
Tabla 47. Tiempos en sistema actual	90

TABLA DE ANEXOS

Anexo A. Diseño del tanque.....	43
Anexo B. Agitador.....	50
Anexo C. Diseño sistemas de bombeo.....	52
Anexo D. Tuberías.....	68
Anexo E. Accesorios.....	70
Anexo F. Conversión de unidades de viscosidad.....	71
Anexo G. tubería de acero (cedula 40) Nueva.....	72
Anexo H. Materias primas corrosivas.....	73
Anexo I. Coeficientes de perdidas singulares.....	74
Anexo J. Dimensiones de la tubería de cedula 40.....	75
Anexo K. Especificaciones técnicas de las bombas.....	76
Anexo L. Bomba dosificadora.....	83
Anexo M. Cotizaciones.....	84
Anexo N. Tablas análisis económico.....	90
Anexo O. Planos de tanque.....	91
Anexo P. Planos sistemas de bombeo.....	93

RESUMEN

TITULO:
MECANIZACIÓN DE LA PLANTA DE DESINFECTANTES LÍQUIDOS DE LA EMPRESA
FARMACÉUTICOS VETERINARIOS DE SANTANDER FHARMAVICOLA S.A. *

AUTOR:
CABALLERO Monsalve Zayra Paola**

PALABRAS CLAVES:

Mecanización, sistemas de bombeo, tanque de agitación, mezclas líquida, viscosidad.

DESCRIPCIÓN

Farmacéuticos Veterinarios de Santander S.A. FHARMAVICOLA S.A. es una empresa dedicada a la importación, distribución y producción de insumos pecuarios. Actualmente, cuenta con una planta de mezclas líquidas, para producción de desinfectantes de uso veterinario. La fabricación de desinfectantes consiste en un proceso de agitación de materias primas. Los productos obtenidos son envasados para su posterior comercialización. Este proceso se desarrolla manualmente lo que ha ocasionado pérdidas de producto y riesgo para el personal.

El objetivo de este proyecto es la mecanización de la planta de desinfectantes, el cual incluye el diseño de un tanque de 1m^3 y sistemas de dosificación y transporte de sustancias líquidas (materias primas, productos intermedios y terminados). Esto con el fin de modernizar, optimizar, aumentar y asegurar la operación de la planta de mezclas líquidas de FHARMAVICOLA S. A. El diseño se ha dividido en dos partes; la primera parte corresponde al diseño de un tanque de 1m^3 para la agitación de las sustancias. La segunda parte hace referencia al diseño de tres sistemas de bombeo. El primer sistema cumplirá la función de transportar las materias primas al área de almacenamiento, el segundo permitirá el trasvase de las materias primas desde los tanques de almacenamiento hasta el tanque de agitación, y el tercero corresponde al bombeo de los productos terminados a sus respectivos envases. Finalmente se realizara un análisis económico de la implementación y puesta en marcha de todo el sistema.

* Proyecto de Grado

** Facultad de Ingeniería Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director PhD. Maradei García María

** Facultad de Ingeniería Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director PhD. Maradei García María
Paola

ABSTRACT

TITLE:
MECHANIZATION OF DISINFECTANTS LIQUID PLANT OF THE COMPANY VETERINARY
PHARMACEUTICALS SANTANDER FHARMAVICOLA S.A. *

AUTHOR:
CABALLERO Monsalve Zayra Paola**

KEYWORDS:

Mechanization, pumping systems, agitation tank, liquid mixtures, viscosity.

DESCRIPTION

Veterinary Pharmaceutical Santander SA FHARMAVICOLA S.A. is a company engaged in the import, distribution and production of livestock inputs. Currently has a plant of liquid mixtures, for production of disinfectants of veterinary use. The disinfectants manufacturing process consists of a raw material agitation. The products obtained are packaged for later sale. This process is carried out manually which has caused product loss and risk to personnel.

The objective of this project is the mechanization of disinfectants plant, which includes the design of a 1m³ tank and dosage systems and carriage of liquid substances (raw materials, intermediate and finished products). This in order to modernize optimizes, improve and assure the operation of the mixtures liquid plant FHARMAVICOLA S.A. The design is divided into two parts: the first part is the design of a 1m³ tank for agitation of substances. The second part refers to the design of three pumping systems. The first system will fulfill the function of transporting raw materials to the storage area, the second will allow transporting raw materials to the agitation tank, and the third is for the pumping of finished products to their pack. Finally is conduct an economic analysis of the implementation and commissioning of the entire system.

* Work degree

** UIS. Physicochemical Faculty of Engineering. College of Chemical Engineering. Director PhD. Maradei Garcia Maria Paola

INTRODUCCIÓN

Farmacéuticos Veterinarios de Santander FHARMAVICOLA S.A. desde el año 2009 puso en funcionamiento su planta productora de desinfectantes veterinarios. La fabricación de desinfectantes consiste en un proceso de agitación de materias primas. Los productos obtenidos luego del proceso de agitación son envasados para su posterior comercialización. Desde el día de su funcionamiento hasta el día de hoy el transporte de las sustancias y su dosificación se realizan de manera manual, lo que ha ocasionado pérdidas de producto y riesgo para el personal. Además de esto, el proceso de agitación se lleva a cabo en un tanque plástico, cuyo material no es idóneo, ya que las sustancias que allí se mezclan tiene propiedades corrosivas las cuales ocasionan desgaste de dicho material. Esto puede conllevar a una futura fractura del tanque y graves accidentes.

El objetivo de este proyecto es la mecanización de la planta de desinfectantes de la empresa Farmacéuticos Veterinarios de Santander S.A. FHRAMAVICOLA S.A. el cual incluye el diseño de un sistema de dosificación y transporte de sustancias líquidas (materias primas, productos intermedios y terminados).

El diseño se ha dividido en dos partes; la primera parte corresponde al diseño de un tanque de 1m^3 para la agitación de las sustancias. La segunda parte hace referencia al diseño de tres sistemas de bombeo. El primer sistema cumplirá la función de transportar las materias primas al área de almacenamiento, el segundo permitirá el trasvaso de las materias primas desde los tanques de almacenamiento hasta el tanque de agitación, y el tercero corresponde al bombeo de los productos terminados a sus respectivos envases.

La metodología llevada a cabo para la realización de este proyecto consistió en el análisis de las necesidades mecánicas del sistema. Una vez definidas, se procedió a la realización de cálculos analíticos para la determinación de los parámetros de

operación y diseño. Luego, en base a los parámetros de operación y resultados conseguidos con los cálculos, se diseñó cada uno de los elementos constituyentes para la mecanización de la planta.

Finalmente se realizó una estimación de precios de equipos y accesorios para calcular los costos de inversión.

1. GENERALIDADES

1.1. ALCANCE DEL PROYECTO

La temática del proyecto se desarrolla en la aplicación de conocimientos de ingeniería para el diseño conceptual, básico y de detalle del sistema de dosificación y transporte de sustancias líquidas para la planta de mezclas, que contenga al menos los siguientes elementos:

- Tanque de 1m³, en acero inoxidable, con tapa y con todos los accesorios e instrumentación adaptable al agitador actual.
- Recepción de materias primas a la planta (segundo piso).
- Transporte de materias primas al tanque de agitación.
- Dosificación para envasado de producto terminado.
- Costos de implementación y operación del sistema completo.

1.2. PLANTEAMIENTO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Farmacéuticos Veterinarios de Santander S.A. FHARMAVICOLA S.A. es una empresa dedicada a la importación, distribución y producción de insumos pecuarios. Actualmente, cuenta con una planta de mezclas líquidas registrada ante el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), para producción de desinfectantes de uso veterinario; la mayor parte de las operaciones del proceso de preparación de desinfectantes se realiza manualmente, lo cual aumenta considerablemente los riesgos operacionales, ocupacionales, económicos y de aseguramiento de calidad del proceso y los productos.

Los anteriores riesgos son potencializados por la alta probabilidad de derrames que generan pérdidas de producto y emisiones contaminantes, lesiones del personal por caídas o exposición a contaminantes, pérdidas por daño a la infraestructura, reprocesos, producto fuera de especificaciones, pérdidas por mayor tiempo de proceso y mayores costos de producción. Los aspectos que evidencian estos riesgos son:

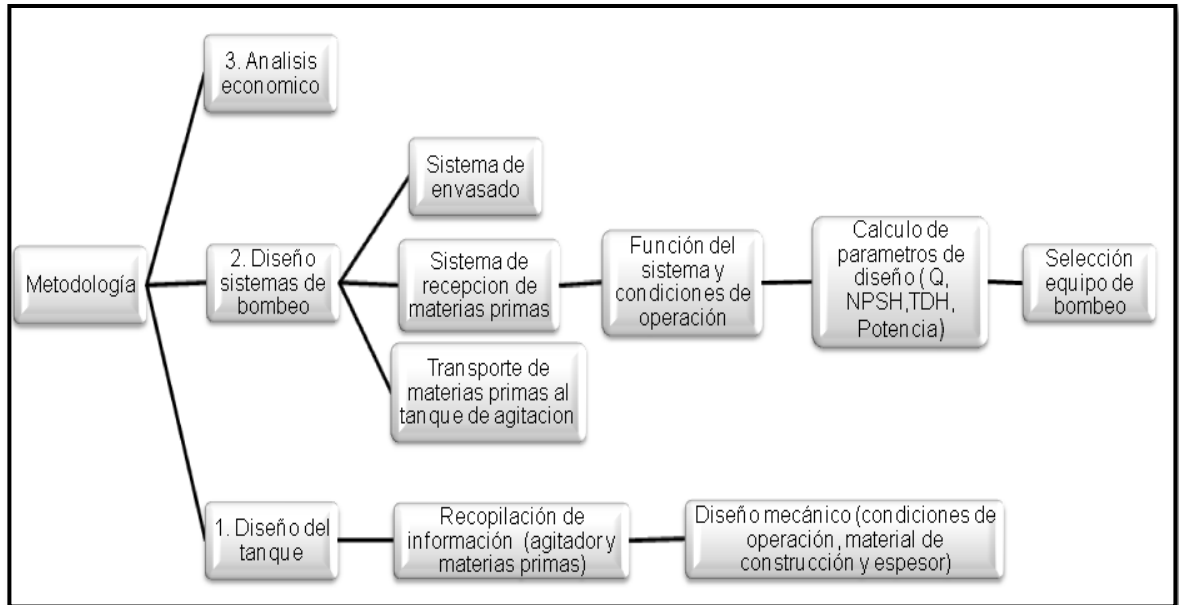
- ✓ Dificultad en traslado y manipulación de contenedores de materia prima, debido a que la planta está ubicada en un segundo piso, sin facilidades para traslado y manejo de dichos contenedores.
- ✓ Durante la alimentación de materias primas al tanque mezclador, dichas sustancias se manipulan manualmente en baldes para dosificarlas y trasladarlas.
- ✓ Durante el envasado manual y embalaje de producto terminado, los operarios laboran en condiciones incómodas, la operación es lenta e ineficiente.
- ✓ La mezcla se realiza en un tanque plástico, cuyo material dificulta el mantenimiento de condiciones técnicas y seguras para los productos preparados allí, especialmente aseo y desgaste.

El proyecto surge por la necesidad de evitar los anteriores problemas mencionados y la necesidad de modernizar, optimizar y asegurar la operación de la planta de mezclas líquidas de FHARMAVICOLA S. A.

1.3. METODOLOGÍA UTILIZADA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO

La metodología para el desarrollo del proyecto comprenden los pasos que se muestran a continuación:

Figura 1. Metodología utilizada para el desarrollo del proyecto



1. Descripción general de la planta y el proceso industrial que allí se desarrolla. Realizando un análisis de las necesidades del proceso y las propiedades de las sustancias que allí se manejan.

2. Diseño del tanque. El diseño inicia con la recopilación de información que sea útil acerca del agitador, como tipo y dimensiones del mismo. Teniendo esta información se determinará las dimensiones del tanque que cumplirán con los requerimientos de la empresa y se ajustará el agitador ya existente.

3. Diseño mecánico del tanque. En este punto se definirán las condiciones a las que estará sometido el tanque, además del material de construcción y espesor adecuado, teniendo en cuenta las sustancias con las que tendrá contacto.

4. Diseño de los sistemas de recepción de materias primas y transporte de materias primas al tanque de agitación. Primero se determinará cuál será la función de cada uno de los sistemas y las condiciones a las que operan. Luego se

calcularán los parámetros necesarios para una correcta selección del equipo de bombeo como: caudal requerido, carga dinámica total (TDH), carga neta positiva de succión (NPSH) y potencia requerida por la bomba. Finalmente se elegirán los equipos de bombeo que cumplirán con estos parámetros de selección.

5. Diseño del sistema de dosificación. Al igual que con los sistemas de bombeo anteriores, se determinará cuál será la función y las condiciones a las que operará. Seguidamente se determinarán los parámetros de selección: caudal requerido, carga dinámica total (TDH) y potencia requerida por la bomba. Para finalmente seleccionar el equipo de bombeo que cumpla con la función de dosificación.

6. Finalmente se realizará un análisis económico de la mecanización de la planta.

1.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA

Figura 2. Planta de producción de desinfectantes



La planta de producción de desinfectantes, fue creada en el año 2009 y en éste mismo año, en el mes de septiembre, se obtuvo la certificación ICA como planta productora de desinfectantes veterinarios. A la fecha se cuenta con licencia de

producción y comercialización de dos productos: CREOFHARM Y PENTAN. La capacidad instalada de la planta, por ahora, y de acuerdo a la forma como se opera actualmente, es de 8000L mensuales.

1.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS MATERIAS PRIMAS

Para una correcta mecanización de la planta, es muy importante tener en cuenta las propiedades de las sustancias que se van a manejar en el proceso industrial, ya que de ellas dependen factores como: material de construcción, tanto del tanque como de los equipos que se utilizarán en los sistemas de bombeo, además de parámetros esenciales para la correcta selección de las bombas a utilizar. En la tabla 1 se presenta un resumen de las materias primas y las propiedades que de ellas se necesitaron para el diseño y selección de los equipos.

Tabla 1. Propiedades de las materias primas

Componente	Densidad a 25° C (kg/m ³)	Viscosidad (cP)	Gravedad específica	Presión de vapor a 25 °C (mmHg)	Corrosión
Glutaraldehido	1050	81	1,13	0,097	No corrosivo
Cloruro de benzalconio	1250	234	1,01	1,2	Corrosivo
Nonilfenol	1030	1600	1,05	1,78	Corrosivo
Acido sulfónico lineal	1250	234	1,0	5,25	Corrosivo
Alcohol etílico	790	1,2	0,78	44	No corrosivo
Creosota	1170	35	0,93	45	Corrosivo
Jabón colofónico	1100	3500	1,09	0,088	No corrosivo

Como se pudo observar en la tabla 1, las sustancias a transportar poseen propiedades químicas muy diferentes, lo que más adelante se puede convertir en un inconveniente para utilizar una misma bomba para el transporte de todas las materias primas. La propiedad que más influencia tiene al momento de diseñar el sistema de bombeo en esta oportunidad es la viscosidad. En este caso en

particular existen sustancias que podrían dificultar su transporte debido a que a la temperatura a la cual se bombearán presentan viscosidades altas. Lo mencionado anteriormente también será determinante para la obtención de un diámetro óptimo de tubería ya que estas sustancias presentan más pérdidas de energía debido a la fricción, lo que finalmente se traducirá en mayor potencia de la bomba y por ende mayor costo.

En cuanto a la capacidad corrosiva de algunas sustancias es muy importante la elección de materiales que presenten alta resistencia ya que de esto dependerá la vida útil de los equipos utilizados.

2. DISEÑO DEL TANQUE

Para el diseño del tanque es necesario conocer el volumen de éste, el cual se fija teniendo en cuenta las necesidades de la empresa. Se establece como forma del tanque cilíndrica vertical, con fondo torisférico y tapa plana. Además se diseñaron 4 placas deflectoras que se colocarán en la pared del tanque para evitar los problemas de agitación que se mencionan más adelante. Debido a que algunas sustancias que intervienen en el proceso de agitación son altamente corrosivas (anexo H), se requiere de un material de construcción adecuado para estas condiciones.

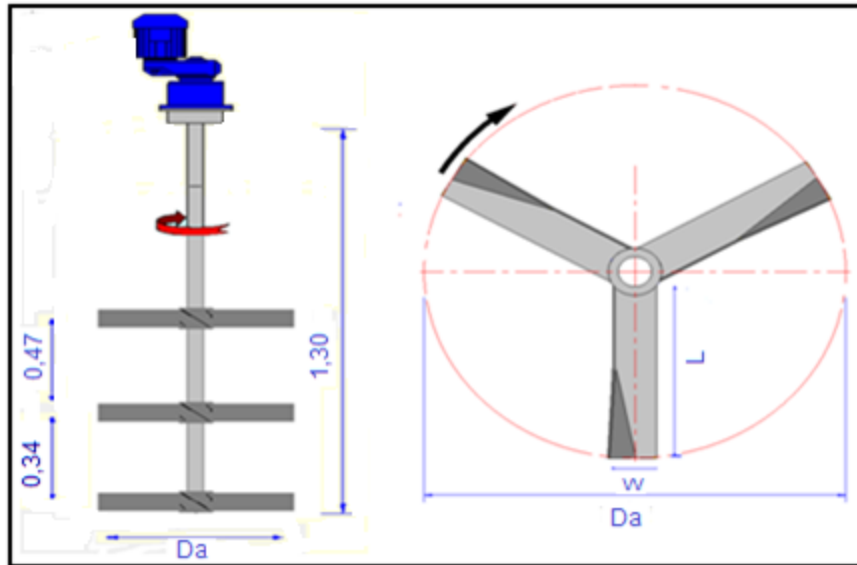
Igualmente se determinaron los orificios que presentará el recipiente, ya sea para entrada del producto, inspección y limpieza. Además de un orificio para la entrada del eje del agitador; en la parte superior, abertura para limpieza de 16" y dos aberturas de 2". En el fondo se contará con una abertura de 2" para salida del producto.

Para la determinación de la temperatura de operación se tuvieron en cuenta la temperatura a la que está sometido el tanque, y la temperaturas de las corrientes de entrada. En este caso de 25°C.

2.1. DIMENSIONES DEL AGITADOR

El agitador ya se encuentra diseñado, se basa en un modelo estandar de agitador de pala plana inclinada (Figura 3) y estará ubicado en el centro del tanque. De acuerdo a lo mencionado anteriormente, y teniendo en cuenta las referencias bibliograficas, se prefiere el uso de deflectores para evitar posibles remolinos [1]. En el anexo B.2 se desarrollan las relaciones geométricas de diámetros y distancias entre las diferentes partes del tanque.

Figura 3. Dimensiones del agitador



A continuación se presentan la tabla 2 con el resumen de las características del agitador:

Tabla 2. Dimensiones del agitador

Agitador	
Modelo de flujo producido	Radial- axial
Longitud de paletas (L)	0,28 m
Ancho de las paletas (w)	0,048 m
Distancia entre cada juego de palas	0,34 m 0,48 m
Longitud del agitador	1,30 m
Diámetro del rodete (Da)	0,61 m
Número de placas deflectoras	4
Ancho placas deflectoras	0,09 m

2.2. DIMENSIONES DEL TANQUE

Una vez conocido el tipo de agitador, se procedió a la determinación de las dimensiones y parámetros del tanque. Dicha unidad de proceso consta de tres partes: recipiente cilíndrico, fondo toriesférico y tapa plana.

Para el diseño del tanque se asumió un volumen de líquido de un 1m^3 , según exigencias de producción de la planta. Se estableció la forma cilíndrica para el tanque vertical y una relación de diámetro y altura de 1,2. Se escogió el fondo toriesférico con el fin de eliminar regiones en las que no penetraría las corrientes de flujo, además estos fondos son más resistentes desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión y a la fatiga [2].

Las dimensiones del cuerpo cilíndrico son 1,30m de altura y 1,08m de diámetro interno para un volumen total del cuerpo cilíndrico de $1,20\text{m}^3$. En el anexo A.1 se desarrollan los cálculos para las dimensiones del tanque.

2.2.1. Dimensiones de los fondos

El fondo a utilizar es de forma toriesférica, tipo Köppler según norma DIN-28011, por lo tanto únicamente se debe calcular su espesor a partir de la presión interna, la cual es la presión de trabajo dentro del tanque. En la tabla 3 se muestra el resumen de las dimensiones de los fondos.

Tabla 3. Dimensiones de los fondos del tanque

	Di (mm)	De (mm)	e (mm)	R (mm)	r (mm)	h_1 (mm)	H (mm)	V (m^3)
Fondo toriesférico	1,080	1,083	3	1,083	65,4	10,5	223,5	0,10
Tapa plana	1,080	1,083	3	0	0	0	0	0

Según especificaciones anteriores el volumen útil del tanque es de $1,30\text{m}^3$, por lo que trabajará al 77% de su capacidad. Los datos de los cálculos del fondo se muestran en el anexo A.1.1.

2.3. DISEÑO MECÁNICO DEL TANQUE

El diseño mecánico de los equipos se realizó en base al código ASME (American Society of Mechanical Engineers), sección VIII, división 1, en el que se detalla el diseño, construcción e inspección de recipientes a presión [3].

2.3.1. Relación de parámetros utilizados

Existen unos parámetros que se deben definir para un correcto diseño del tanque. Entre estos parámetros tenemos:

- Presión: El tanque opera a presión de 1atm.
- Temperatura de diseño: La temperatura de diseño es de 25°C ya que, tanto en el tanque como las corrientes de entrada, se encuentran a temperatura ambiente.
- Material del tanque: Se selecciona acero AISI 316. El cual presenta una tenacidad muy alta, una resistencia a la fatiga importante y una gran resistencia a la corrosión gracias a la presencia de molibdeno.

2.3.2. Espesores de las paredes del tanque

El espesor de las paredes se calculó en función de la presión a la que éste será sometido que es de 1atm y a las propiedades del material de construcción. De acuerdo a los resultados (ver anexo A.2.1.1, A.2.1.2, A.2.1.3) se opta por escoger un espesor comercial de 3mm para todas las partes del tanque.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO

Para minimizar costos desde el primer momento se consideró la utilización de la misma bomba en los dos sistemas que transportan las materias primas. Debido a esto, primero se mostrarán las consideraciones y cálculos de cada uno de los sistemas de bombeo necesarios para la correcta selección de las bombas y luego se presentan las bombas seleccionadas. Finalmente, se presentarán los cálculos desarrollados para el sistema de envasado de productos terminados y la bomba seleccionada.

3.1. DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

El sistema de bombeo tendrá como función llevar las materias primas desde el área de recepción que se encuentra en el primer piso, hasta el área de almacenamiento (segundo piso). Las propiedades de las materias primas se muestran en la tabla 1. Respecto a las condiciones de operación del sistema, éste operará a condiciones ambientales. En la tabla 4 se presenta el resumen de las condiciones a las cuales opera el sistema.

Tabla 4. Condiciones de operación del sistema

Parámetro	Datos
Temperatura de operación	25 °C
Presión de succión	1atm
Presión de descarga	1atm
Nivel de corrosividad	Fluidos altamente corrosivos
Material de construcción	Acero inoxidable

3.1.1. Parámetros de diseño

Las canecas contenedoras de las materias primas tienen un volumen aproximado de 230L. Se espera que el tiempo de bombeo de este volumen sea 3,5 minutos aproximadamente, a partir de estos datos se calculó el caudal.

En cuanto a la determinación del tamaño de tubería, se tomó como referencia la materia prima más viscosa. Para seleccionar el diámetro de tubería se aplica la tabla de pérdidas por fricción para líquidos viscosos (Anexo F) para un caudal de $1,1 \cdot 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$.

En los anexos C.1.1, C.1.2, C.1.3, se encuentran los detalles de los cálculos para la selección de tubería y la velocidad del fluido. Según estos cálculos los parámetros de diseño son: $1,1 \cdot 10^{-3} \text{m}^3/\text{s}$, velocidad media de tubería 0,30m/s y un tamaño de tubería de 0,063m (2 ½”) en el tramo de succión y velocidad media de tubería 0,50m/s y tamaño de 0,0525m (2”) en el tramo de descarga.

3.1.2. Carga Dinámica Total (TDH)

La TDH se calculó teniendo en cuenta tres factores: altura vertical de succión, distancia vertical de descarga y pérdidas por accesorios. Este sistema de bombeo está diseñado para que funcione con succión negativa, lo cual quiere decir que la bomba está por encima de la fuente a bombear.

Debido a que realizado los cálculos se determinó la necesidad de utilizar 3 bombas diferentes en el transporte de las sustancias, se optó por mostrar únicamente los cálculos de las sustancias con mayores TDH que se transportará por cada una de las bombas. En la tabla 5 se presentan las TDH. Los cálculos relacionados se presentan en el anexo C.1.4.1.

Tabla 5. TDH para el sistema de recepción de materias primas

Sustancia	TDH (m)
Jabón de colofonia	16,2
Acido sulfónico lineal	9,82
Cloruro de benzalconio	4,67
Alcohol etílico	3,96

3.1.3. NPSH disponible del sistema

Para asegurar el correcto funcionamiento de una bomba, hay que tener en cuenta que no se puede permitir que se produzca el fenómeno de cavitación. Esto significa que la presión del fluido no puede disminuir por debajo de su presión de vapor. El NPSH disponible debe ser mayor que el NPSH requerido. En la tabla 6 se presentan los NPSH menores para cada una de las bombas. Los cálculos se presentan en el anexo C.1.5.1

Tabla 6. NPSH disponible del sistema de recepción de materias primas

	Jabón de colofonia	Acido sulfónico lineal	Glutaraldehido
NPSH _{disponible}	2,49m	5,79m	6,60m

3.1.4. Potencia hidráulica (P_H) y Potencia consumida (P_a) por el sistema

La potencia total necesaria para que el fluido que impulsa la bomba supere las pérdidas de carga, depende del caudal y la TDH. Este es uno de los criterios más importantes para la selección de la bomba. En la tabla 7 se muestran las potencias mínimas requeridas. Los cálculos relacionados se presentan en el anexo C.1.6 y C.1.7.

Tabla 7. P_H y P_a para el sistema de recepción de materias primas

	Jabón de colofonia	Acido sulfónico lineal	Cloruro de benzalconio
P_H (HP)	0,25	0,14	0,07
P_a (HP)	0,62	0,3	0,14

3.2. DISEÑO DE SISTEMA DE BOMBEO DE MATERIAS PRIMAS AL TANQUE AGITADO

El sistema de bombeo tendrá como función llevar las materias primas desde el área de almacenamiento, hasta el área de proceso. Las propiedades de las materias primas no han cambiado en relación al sistema de recepción. Respecto a las condiciones de operación serán iguales al sistema de recepción de materias primas: presión de succión y descarga de 1atm y temperatura de 25°C.

3.2.1 Parámetros de diseño

Con relación a los parámetros de diseño, no existen variaciones en cuanto a caudal y velocidad media de tubería con respecto al tramo de descarga en el sistema de recepción de materias primas ya que se manejan volúmenes similares en las dos etapas. En cuanto a diámetro de tubería será en el tramo de succión y descarga de 0,0525m (2"). En el anexo C.2.1, C.2.2, C.2.3 se encuentran los detalles de los cálculos para la selección de tubería y la velocidad del fluido.

3.2.2. Carga Dinámica Total (TDH)

El sistema de bombeo está diseñado para que funcione con succión positiva, esto significa que el nivel del líquido a bombear está por encima del nivel de la bomba. En la tabla 8 se presentan las TDH de las dos materias primas más viscosas y dos de las menos viscosas. Los cálculos relacionados se presentan en el anexo C.1.4.2.

Tabla 8. TDH para el sistema de transporte de materias primas al tanque

Sustancia	TDH (m)
Jabón de colofonia	35,38
Acido sulfónico lineal	17,72
Cloruro de benzalconio	3,48
Alcohol etílico	1,51

3.2.3. NPSH disponible del sistema

Este parámetro depende de la presión de vapor del líquido, la distancia vertical de succión y las pérdidas por fricción del tramo de succión. En la tabla 9 se resumen los $NPSH_{disponible}$ más bajos. Los cálculos relacionados se presentan en el anexo C.1.5.2

Tabla 9. NPSH disponible para el sistema transporte de materias primas al tanque

	Jabón de colofonia	Acido sulfónico lineal	Gluataraldehido
NPSH	3,16m	7,94m	10,02m

3.2.4. Potencia hidráulica (P_H) y Potencia consumida (P_a) por el sistema

La potencia del motor de la bomba debe ser mayor a la potencia requerida por el sistema, para que la bomba pueda vencer las pérdidas de carga. Los resultados se muestran en la tabla 10. Los cálculos relacionados se presentan en el anexo C.1.6 y C.1.7.

Tabla 10. P_H y P_a para el sistema transporte de materias primas al tanque

	Jabón de colofonia	Acido sulfónico lineal	Cloruro de benzalconio
P_H (HP)	0,55	0,25	0,05
P_a	1,37	0,53	0,1

3.3. SELECCIÓN DE BOMBAS

3.3.1. Especificaciones técnicas de las bombas seleccionadas

Realizando un análisis de los resultados obtenidos y las propiedades de los líquidos a transportar, se concluyó que se debe dividir las materias primas en tres grupos para su transporte dependiendo de la viscosidad; uniendo aquellas con viscosidades semejantes, por tanto se escogieron tres bombas.

Con respecto a la utilización de las mismas bombas para el sistema de recepción de materias primas y el transporte de materias primas al tanque, se determinó que las bombas escogidas deben cubrir las necesidades de las dos etapas, ya que tanto los caudales como TDH en los dos sistemas de transporte son similares.

Bomba centrífuga CDX 70/076 M (Ebara)

La bomba escogida para el transporte de las sustancias de menor viscosidad es una bomba centrífuga de la empresa Ebara, la cual ofrece un buen rango de caudales de trabajo. Las sustancias transportadas son: Cloruro de benzalconio, Glutaraldehido, Creosota, Alcohol etílico.

Tabla 11. Especificaciones de la bomba CDX 70/076 M de la empresa Ebara

Parámetros	Especificaciones
Modelo	CDX 70/076 M
Tipo	Centrífuga monofásica
Caudal operación	65L/min
NPSH _{requerido}	1.4 m
TDH máximo	17 m
TDH operación	3,34 m
Potencia motor kw	0,4
% Eficiencia	50
D impulsor	115 mm

Bomba de cavidad progresiva tipo tornillo horizontal

Esta bomba transportará la sustancia más viscosas. Teniendo en cuenta que la sustancia con mayor viscosidad es de 3500 cP, se determinó que no es posible utilizar una bomba centrífuga para su transporte ya que estas bombas pierden eficiencia transportando líquidos tan viscosos. Por ello se optó por una bomba de cavidad progresiva de tipo tornillo horizontal de la empresa NOVATEC, que cumple con los requerimientos del sistema. La sustancia transportada es: Jabón de colofonia.

Tabla 12. Especificaciones de la bomba SEEPEX de la empresa NOVATEC

Parámetros	Resultados
Marca	SEEPEX
Modelo	BN 5-6L
Tipo	Bomba de cavidad progresiva tipo tornillo horizontal
Velocidad de operación	305 RPM
NPSH _{requerido}	2,42m
Q operación	65L/min
Máxima potencia absorbida Hp	1,11

Bomba centrífuga CDX 120/106 (Ebara)

Esta bomba es de tipo centrífuga y permitiría transportar dos de las sustancias de alta viscosidad; ácido sulfónico lineal y el nonilnefol, a temperaturas entre 20 y 30°C.

Tabla 13. Especificaciones de la bomba CDX 120/106 seleccionada

Parámetros	Especificaciones
Modelo	CDX 120/106
Tipo	Centrífuga Trifásica
Caudal operación	65L/ min
T operación °C	20-30
NPSH _{requerido}	1m
TDH máximo	21m
THD operación	17,58m
Potencia motor kw	0,05
% Eficiencia	47
D impulsor	115mm

En el anexo J se encuentran las especificaciones técnicas y curvas características de las bombas seleccionadas.

3.4. DISEÑO DE SISTEMA DE ENVASADO DE DESINFECTANTES

En esta etapa los productos son llevados directamente del tanque de agitación a la bomba dosificadora. Respecto a las condiciones de operación a la cuales se desarrolla, la temperatura es igual en todo el proceso de producción y la presiones de succión y descarga serán de 1atm.

Para la determinación del caudal se utiliza como referencia que el volumen máximo de dosificación son 20L y el tiempo sugerido por la empresa para el transporte es 1min. En el anexo C.3.1, C.3.2, C.3.3 se encuentran los detalles de los cálculos para la selección de tubería y la velocidad del fluido. Los parámetros de diseño son caudal, $3,33 \cdot 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$, velocidad media de tubería, 0,34m/s, y diámetro de tubería de 0,0351m (1”).

3.4.1. Carga Dinámica Total (TDH)

Al igual que en el sistema de bombeo anterior, está diseñado para que funcione con succión positiva. Los cálculos se presentan en el anexo C.3.4. Los valores de TDH calculados se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. TDH para el sistema de transporte de productos del tanque ha envasado

Sustancia	Pentan	Farmodine	Creofharm
THD (m)	1,14	7,69	2,89

3.4.2. Potencia hidráulica P_H y Potencia consumida (P_a) por el sistema

La potencia requerida por el sistema se calculó con el TDH mayor, en este caso 7,69m. El P_H requerido por el sistema es igual a 0,04 HP. La potencia absorbida tiene un valor 0,02 HP, esto quiere decir que se debe seleccionar una bomba que posea un motor con una potencia mayor al valor calculado para que pueda vencer las pérdidas de carga. Los cálculos se presentan en el anexo C.3.5.

3.4.3. Selección de la bomba dosificadora

El primer criterio que se tuvo en cuenta para la selección de la bomba fue el caudal de $3,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$. Luego se buscó una bomba que ofreciera una TDH igual o mayor a la calculada. De acuerdo a los resultados obtenidos, la bomba escogida es una AC 220V 0,74HP/550W, bomba diesel. Esta bomba es automática, trae un medidor de flujo que puede ser manejado en galón o litro de acuerdo las necesidades, lo que facilitará notablemente el proceso de dosificación.

Tabla 15. Especificaciones de la bomba 110v AC

Parámetros	Resultados
Modelo	Serie 40
Tipo	dosificadora
Caudal de operación	20L/min
Altura máxima de succión (m)	5 m
Máxima elevación (m)	15 m
Potencia HP	0,74
Presión máxima	3 bar

3.5. SELECCIÓN DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Con respecto a la selección de un material adecuado para las condiciones en las que se desarrolla el proceso de producción de desinfectantes, se opta como material de tubería acero inoxidable 314, ya que este tipo de material presenta una buena conducta frente a líquidos corrosivos. La tubería será cedula 40. Los parámetros utilizados para este cálculo son la presión de diseño y las propiedades del acero inoxidable 314. El cálculo de las distintas tuberías se muestra en el anexo D.

3.5.1. Accesorios

En la tabla 16 se detallan los accesorios utilizados para los sistemas de bombeo.

Tabla 16. Accesorios utilizados en los sistemas de bombeo

Diámetro	Codos 90°	Reductor concéntrico	Te (T)	Válvula de cheque	Válvula de compuerta
2 ½"	1	1	0	0	2
2"	9	1	2	2	2
1"	3	1	2	0	1

4. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Luego de haberse definido el diseño del tanque, la selección de equipos y de accesorios para cada uno de los tres sistemas de bombeo, se procedió a cuantificar el presupuesto total necesario para llevar a cabo la ejecución del proyecto. En la tabla 17 se resumen los costos de inversión.

Tabla 17. Costos de inversión

Componente	Costo (\$COP)
Tanque para agitación	7 540 000,05
Bomba de tornillo	5 293 800
Bomba centrífuga	904 220
Bomba centrífuga	1 143 760
Bomba dosificadora	700 000
Tubería	1 894 000
Accesorios	1 213 600
Costos de ubicación	671 550
Costo total	19 360 930,05

4.1. BENEFICIOS

Para realizar el cálculo de los beneficios que obtendrá la empresa al implementar la mecanización se tomo como base un lote de producción de 900litros, y se compararon los costos de producción de este lote con el sistema actual de producción y el sistema mecanizado.

En las tablas 18 y 19 se muestran las diferencias en tiempos y costos con los dos sistemas.

Tabla 18. Comparación de tiempos de producción lote

TIEMPOS						
Comparación	Alistamiento ofic.	Alistamiento oper.	Fabricación	Envasado/ embalaje	Aseo	Total
Actual (horas)	3,5	0,3	16,5	12	9	41,3
Mecanizado (horas)	3,5	0,15	4,55	5,25	5	18,45
%diferencia (horas)	0	50%	72%	56%	44%	55%

Tabla 19. Comparación de costo de producción lote

COSTOS						
Comparación	Alistamiento ofic.	Alistamiento oper.	Fabricación	Envasado/ embalaje	Aseo	Total
Actual (horas)	53130	1509,3	111160,5	80844	181899	428542,8
Mecanizado (horas)	53130	754,65	30653,35	35369,25	101055	220962,25
%diferencia (horas)	0	50%	72%	56%	44%	48%

Los datos utilizados para la realización de estos cálculos se encuentran en el anexo.

4.2. AMORTIZACIÓN

Para determinar el tiempo en el cual se cancelara el valor de la mecanización de la planta. Se calculo la diferencia entre el costo total de producción con el sistema actual \$428 542,8 y el costo total con el sistema mecanizado \$220 962,25, por lote. Este valor se divide en el volumen del lote 900litros obteniendo así la ganancia por litro que se obtendría con el sistema mecanizado. Seguidamente se analizan tres escenarios de producción anual y se calculo el tiempo que tardaría la empresa en amortizar el costo de implementación del nuevo sistema. En la tabla 20 se muestran los tiempos de amortización.

Tabla 20. Tiempos de amortización

PAGO INVERSIÓN		
Producción anual	Ganancia/litro anual (mecanizado)	Tiempo pago invers. (años)
21000	\$5 155 786	3,8
80000	\$19 641 088,89	1,0
181132	\$44 470 371,41	0,4

Cabe aclarar que la amortización no afectará los ingresos actuales de la empresa ya que esta se realizará con las ganancias extras que se obtendrán al implementar el nuevo sistema.

CONCLUSIONES

- Con respecto al diseño y selección de los componentes del tanque se cumplió con el objetivo mencionado al inicio de este manuscrito. Se ha diseñado un tanque que permita albergar 1m^3 de solución líquida y con los elementos necesarios para realizar el proceso de producción de desinfectantes.
- Con relación al sistema de bombeo no fue posible proponer el uso de un solo sistema de bombeo para el transporte de todas las materias primas, ya que presentan viscosidades muy diferentes entre ellas.
- El sistema de recepción y transporte de materias primas al tanque del proceso, en condiciones normales de operación, abastecerá $65,7 \text{ l/min}$, cumpliendo con el objetivo de lograr un proceso de producción más eficiente.
- El sistema de envasado de productos, en condiciones normales de operación, envasará 20L/min , logrando una eficiencia del 100% con relación al proceso desarrollado actualmente.
- La inversión de la mecanización de la planta de desinfectantes tiene un valor total de \$19 360 930,05.
- De acuerdo al análisis económico se pudo observar que con la mecanización de la planta se reducirán un 48% los costos de producción de la planta de desinfectantes. Además de reducir en un 100% pérdidas por accidentes o derrames de materias primas y productos.
- La implementación del sistema no solo traerá beneficios en reducción de costos, además se cumplirán los requisitos por BPM y Salud ocupacional.

RECOMENDACIONES

- Para el bombeo del ácido sulfónico lineal y nonilfenol se recomienda realizar pruebas de funcionamiento de la bomba centrífuga por parte del fabricante con las materias primas para comprobar el buen funcionamiento de la bomba. Si por alguno motivo se determina que no es viable la utilización de la bomba centrífuga se recomienda una bomba de cavidad progresiva.
- Para un mejor transporte de las sustancias viscosas, se recomienda someter los líquidos con viscosidades iguales o superiores a 1400 cP a un proceso de calentamiento antes de ser bombeados.
- Para el bombeo del jabón de colofonia se recomienda un proceso de agitación antes de ser bombeado, ya que esto favorece a la reducción de su viscosidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MCCABE, Warren L.; SMITH, Julian C.; HARRIOTT, Peter. Operaciones unitarias de ingeniería química. 4 ed. España: Mc GrawHill, 1998, p. 246-250.
- [2] ACERIND S.C. Manual de soldadura de aceros inoxidable para el ingeniero de diseño. Sección III, p 31.
- [3] ESTRADA LEÓN, Manuel José. Diseño y calculo de recipientes sujetos a presión. Edición 2001. México D.F.: Inglesa, 2001.
- [4] RAMÍREZ, M.C; GARCÍA, B.M; PANTOJA, A.C; ZAMBRANO, M.A. Fundamentos de matemáticas financieras. 1 ed. Cartagena de Indias: Editorial Universidad Libre, 2009. P. 222-234.
- [5] MEGYESY, Eugene F. Manual de recipientes a presión: Diseño y calculo. Traducido por Rafael García Díaz. 7 ed. Mexico D.F.: Editorial limusa, 1992.
- [6] MOTT, Robert L. Mecánica de fluidos. 6 ed. México D.C.: Pearson Educación, 2006, p. 153-411.
- [7] CRANE. Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. 1 ed. Bogota D.C.: McGrawHill, 1999.
- [8] CAPON, García José Luis. Diseño de un reactor agitado para poliestireno en masa. Trabajo de grado de Ingeniería Química. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña. Departamento de Ingeniería Química, 2009.
- [9] CASANOVAS, G.J; MORELL, B.M; BLANC,L.C; MARTINEZ,J.L; MATA,R.S;CARBALLO,C.N. Planta de producción de acetaldehído. Trabajo de grado de Ingeniería Química. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Ingeniería Química, 2010.
- [10] OYAVIDE, Bruno Reynaldo Manuel y UDEOS, Zabala Edwin Javier. Diseño de un sistema de bombeo para una planta de recolección y procesamiento de

aceite usado para reciclaje o reutilización. Trabajo de grado de Ingeniería Mecánica. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad en Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, 2010.

[11] DURAN, Siles Maria Jose. Extracción de la lignina a partir de la cascara de almendra. Trabajo de grado de Ingeniería Química. Cadis: Universidad de Cádiz. Facultad de Ciencias, 2007. P 41-50.

[12] BERNYE, N; FORTÉS, V; GARCÍA, S; GARCÍA,L; MALAVER,A; PEREZ,L ; SANCER, A; VIÑAS,A. Planta de producción de nitrobenzeno. Trabajo de grado de Ingeniería Química. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Ingeniería Química, 2007. P 712-723, 752-802.

Anexos

ANEXO A. DISEÑO DEL TANQUE

A.1. DIMENSIONES DEL TANQUE

Para su cálculo se sobredimensionó un 20%.

$$\begin{aligned} \text{Volumen}_{\text{Diseño}} &: 20\% * \text{Volumen}_{\text{inicial}} && \text{(Ec. A.1)} \\ \text{Volumen}_{\text{Diseño}} &= 1.2 * 1 \text{ m}^3 = \mathbf{1.20 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Se calculó el diámetro y altura partiendo de la expresión del volumen del cilindro despreciando los cabezales:

$$\begin{aligned} \text{Volumen}_{\text{Diseño}} &= \pi * r^2 * H && \text{(Ec. A.2)} \\ 1.2 \text{ m}^3 &= \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2 * 1.2D = \mathbf{1.08m} \\ H &= 1.2 * (1.08) = \mathbf{1.3m} \end{aligned}$$

Donde:

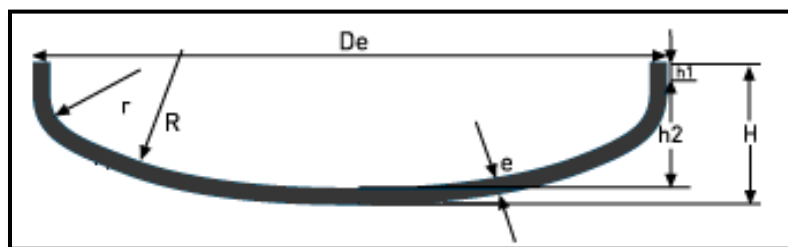
D: diámetro interno del tanque.

H: altura del tanque.

A.1.1. Fondo

Se eligió como fondo del recipiente cabeza toriesférico 6%.

Figura 4. Fondo toriesférico



Las relaciones para las dimensiones del fondo son las siguientes:

$$R: D_e \quad (\text{Ec. A-3})$$

$$r: 0,06D_e \quad (\text{Ec. A-4})$$

$$h1: 3,5e \quad (\text{Ec. A-5})$$

$$h2: 0,193D_e - 0,455e \quad (\text{Ec. A-6})$$

$$H: h1+h2+e \quad (\text{Ec. A-7})$$

$$V: 0,06D_i; 0,075L \quad (\text{Ec. A-8})$$

A.2. DISEÑO MECÁNICO

A.2.1. Espesores

A.2.1.1. Parte cilíndrica

El espesor de la carcasa se calculó bajo la presión de 1atm. Según la norma ASME, para recipientes cilíndricos se determinó el grosor del tanque como el máximo obtenido entre la tensión longitudinal y la circunferencial:

- Tensión circunferencial

$$T_c: \frac{P_d * R}{S * E - 0,6 * P_d} \quad (\text{Ec. A-10})$$

$$T_c: \frac{1 \text{ atm} * \frac{1,08}{2}}{2516,64 \text{ atm} * 0,85 - 0,6 * 1 \text{ atm}}: 2,52 * 10^{-4} \text{ m}; 0,25 \text{ mm}$$

- Tensión longitudinal

$$T_L: \frac{P_d * R}{2 * S * E + 0.4 * P_d} \quad (\text{Ec. A-11})$$

$$T_c: \frac{1 \text{ atm} * \frac{1.08}{2}}{2 * 2516,64 \text{ atm} * 0,85 + 0,4 * 1 \text{ atm}} : 1,26 * 10^{-4} \text{ m} : 0,13 \text{ mm}$$

Donde:

T: Espesor del tanque (mm)

P_d: presión de diseño (1atm)

R: radio cilindro (1.08m)

S: limite elástico (2516.64atm de 0 a 50°C)

E: eficiencia de soldadura (0.85)

De modo que el grosor teórico es: T_C: 0,25mm

Puesto que las condiciones de trabajo no son severas se determinó un espesor por corrosión de 2mm. Por lo tanto el espesor de la pared del cilindro es:

T: T_C+ c: 0,25mm+ 2mm: **2,25mm ▶ 3mm**

A.2.1.2. Fondos toriesférico

El espesor mínimo del fondo al igual que el cilindro se calculó teniendo en cuenta que está sometido a presión de 1atm, su expresión es:

$$t: \frac{0.885 * P_d * R}{S * E - 0.1 * P_d} \quad (\text{Ec. A-13})$$

$$t: \frac{0,885 * 1\text{atm} * \frac{1.08}{2}}{2516,64\text{atm} * 0.85 - 0,1 * 1\text{atm}} : 2,23 * 10^{-4}\text{m} : \mathbf{0,23\text{mm}}$$

Se debe adicionar el espesor por corrosión, el cual al igual que para el cilindro es 2mm. t: **2,23mm ▶ 3mm.**

De esta manera se definieron las dimensiones del fondo toriesférico, de (Ec. A-1) a (Ec. A-5):

R: 1083 mm

r: 65,4 mm

h1: 10,5 mm

h2: 209 mm

H: 225,5 mm

Abertura 2" (salida del producto)

Por presentar una abertura menor a 3", no es necesario calcular la necesidad de refuerzo. Únicamente se buscaron dimensiones que admitieran una presión interna de 1atm. El espesor de la pared de acuerdo al catalogo de tuberías de 2" es de t_n : 3,91mm

Debido a que el diámetro de la abertura no supera la tercera parte del diámetro nominal del tanque ni los 1000mm. Se consideró que la longitud que entra dentro del fondo es de 10mm.

A.2.2.3. Diseño de la tapa superior

El fondo superior del tanque es plano. El cabezal esta sometida a presión de 1atm, en este caso el espesor se calculó de la siguiente manera:

$$t: \frac{P_{atm} * R}{2 * S * E - 0.2 * P_{atm}} \quad (\text{Ec. A-14})$$

$$t: \frac{1atm * \frac{1,08}{2}}{2 * 2516,64 * 0,85 - 0,2 * 1atm} : 1,26 * 10^{-4}m: \mathbf{0,13mm}$$

Al sumarle el espesor por corrosión de 2mm, da como resultado:

t: 2,13mm ► 3mm

Las aberturas que presenta el cabezal son:

- Una abertura de 50 mm, para la entrada del eje del agitador. Ésta abertura no presenta tubería, pues es donde se coloca el soporte para el eje y el sistema mecánico de agitación.
- Una abertura de 16" para aseo.
- 2 aberturas de 2" para entrada de las materias primas y medidor de nivel.

Abertura de 16"

La presión interna es de 1atm. De acuerdo a los catálogos de tuberías de 16", el diámetro externo de la abertura es 406,4mm y el espesor de la pared nominal es 12,70mm. Al igual que para el cuerpo cilíndrico, se calcularon los espesores tanto a tensión longitudinal como circunferencial con las ecuaciones A-10 y A-11 y se escogió el máximo:

$$t_m: \frac{1atm * \frac{381}{2}}{2516,64 * 0,85 - 0,6 * 1atm} : \mathbf{0,10mm}$$

$$t: \frac{1atm * \frac{381}{2}}{2 * 2516,64atm * 0,85 + 0,4 * 1atm} : \mathbf{0,04mm}$$

En general, toda abertura superior a 3" debe reforzarse alrededor con una superficie aproximadamente igual a la que se ha eliminado.

El método que se siguió para determinar esta área de refuerzo es el siguiente:

1. Se calculó el área total de la sección transversal (A), requerido para el refuerzo del registro:

$$A: d * t : (381) * 3: \mathbf{1143mm^2}$$

Siendo d el diámetro del tubo y t es el espesor nominal de la tapa.

2. Área del espesor excedente (A_1):

$$A_1: (t - t_r) * d: (3 - 0,13) * 381: \mathbf{1093,5mm^2}$$

t_r es el espesor de la pared mínimo calculado

3. El área del espesor excedente de la pared de la boquilla A_2 :

$$A_2: (t_n - t_m) * 5t_n: (12,7 - 0,10) * (5 * 12,7): \mathbf{800,10mm^2}$$

t_n corresponde al espesor nominal del tubo y t_m es el espesor requerido calculado.

4. El área de extensión de la boquilla hacia el interior A_3 :

$$h: 2 * t: 2 * 3: \mathbf{6mm}$$

$$A_3: t_n * (2 * h): 12,7 * (2 * 6): \mathbf{152,4mm^2}$$

5. Área de las soldaduras A_4 :

Base mínima de soldadura: $t_n - 2: 12,7 - 2: 10,7$

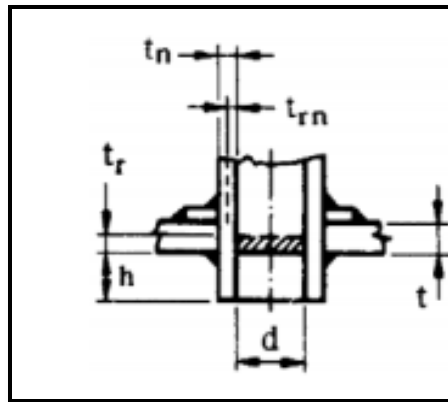
A_4 : Base mínima de soldadura: $(10,7)^2$: **114,49mm²**

6. La suma total de las áreas es:

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_4: \mathbf{2160,5mm^2}$$

Como la suma de estas áreas es mayor al área de la sección transversal (A) 1143 mm², no se necesita un refuerzo adicional.

Figura 5. Esquema de la abertura de 16"



Abertura de 2"

Por presentar una abertura menor a 3", no es necesario calcular la necesidad de refuerzo. Únicamente se buscaron dimensiones que resista una presión interna de 1atm. El espesor de la pared de acuerdo al catalogo de tuberías de 2" es de t_n : 3,91mm

Debido a que el diámetro de las aberturas no supera la tercera parte del diámetro nominal del tanque ni los 1000mm. Se consideró que la longitud que entra dentro del fondo es de 10mm.

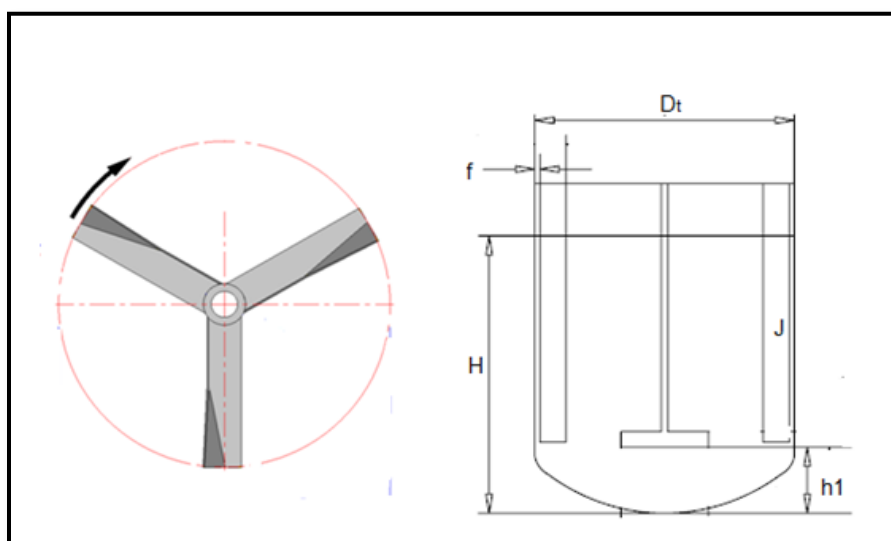
ANEXO B. AGITADOR

B.1. CARACTERÍSTICAS DEL AGITADOR

En este caso el tanque estará provisto por 3 agitadores de palas planas inclinadas cada una con 3 palas, montadas sobre el mismo eje.

Para un agitador con palas planas inclinadas, el diseño básico del tanque agitado se muestra en la figura 6.

Figura 6. Diseño básico del tanque



B.1.2. Ubicación del agitador

Las relaciones de los diámetros y las distancias entre las diferentes partes del tanque (agitador, deflectores), según la bibliografía son las siguientes:

La relación entre la altura del líquido (H_L) y el diámetro del tanque (D_t):

$$\frac{H}{D_t} : 1,0 : 1,0 * 1,08\text{m} : \mathbf{1,08\text{m}} \quad (\text{Ec. B.1})$$

La distancia entre el fondo del tanque y el agitador, se determinó con la siguiente relación:

$$\frac{h_1}{D_t} : 0,20 : 0,20 * 1,08\text{m} : \mathbf{0,22\text{m}} \quad (\text{Ec. B.2})$$

La distancia que debe existir entre el fondo del tanque y las palas inferiores del agitador es de 0,22m.

B.1.3. Deflectores

Para conocer el número de placas deflectoras necesarias para el tanque se utilizaron las formulas que se presentan a continuación:

Espacio entre las pantallas (Lb):

$$L_b : 0,3 D_t : 0,32 \quad (\text{Ec. B.3})$$

Numero de deflectores:

$$\frac{H_{\text{cilindro}}}{l_b} : \mathbf{4} \quad (\text{Ec.B.4})$$

Donde:

D_t : diámetro interno del tanque.

H_{cilindro} : altura de la carcasa cilíndrica.

Ancho de las placas deflectoras J:

$$\frac{J}{D_t} : \frac{1}{12} : \frac{1,08}{12} : \mathbf{0,09\text{m}} \quad (\text{Ec. B.5})$$

Separación de los deflectores de la pared del tanque f:

$$f : \frac{j}{6} : \frac{0,09}{6} : \mathbf{0,015\text{ m}} \quad (\text{Ec. B.6})$$

Se colocarán cuatro deflectores a cada 90° distribuidos a lo largo del cilindro del tanque, es decir, tendrán una longitud = 1,30 m, ancho = 0,09 m.

ANEXO C. DISEÑO SISTEMAS DE BOMBEO

C.1. Determinación del caudal del sistema de recepción de materias primas y transporte de materias primas al tanque

$$Q: \frac{230 \text{ litros}}{3.5 \text{ minutos}} : 65,7 \frac{\text{l}}{\text{min}} : 1,1 * 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Donde:

Q: l/min

Volumen: 230L

Tiempo: 3,5min

C.1.2. Selección de tuberías para el sistema de recepción de materias primas y transporte de materias primas al tanque.

El sistema de bombeo está diseñado para que por una única tubería sean transportadas todas las materias primas. Por lo mencionado anteriormente se tomó como referencia la materia prima más viscosa (Jabón de colofonia). Además de la viscosidad se utilizó la gravedad específica 1,09, para la determinación del diámetro.

Como primer paso se calculó la viscosidad cinemática, y mediante el uso de la tabla de conversión de unidades de viscosidad (Anexo F), se obtuvo la viscosidad en SSU como se muestra a continuación:

Viscosidad cinemática

La fórmula para calcular la viscosidad absoluta se muestra a continuación.

$$v: \frac{\mu}{\rho} \quad (\text{Ec. C.1})$$

Donde

v : cSt

μ : 3.5 N*s/m²

ρ : 1100 Kg/m³

$$v: \frac{3,5}{1100} : 3,2 * 10^{-3} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} : \mathbf{3200\text{cSt}}$$

De la tabla del (anexo F) se tiene 3 200cSt ► 14 545SSU

Para la selección del diámetro de la tubería se aplicó la tabla de pérdida por fricción (Anexo G), para un caudal de $1,1 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$ (17,4 GPM). Seguidamente se calculó la altura estática total para líquidos viscosos como se muestra a continuación:

Altura estatica de succión: $h_s \times GE: 8,20 \times 1,09 : 8,94 \text{ ft} \equiv 4,23 \text{ PSI}$

Entonces:

Altura estatica total : Altura estatica de succión (max) + Altura estatica de succión

En condiciones ideales la altura total de succion para liquidos viscosos es 10" Hg (4,91 PSI), por lo tanto:

Altura estatica total : 4,91 PSI + 4,23 PSI : 9,14 PSI

Finalmente,

$$\frac{\text{Altura estatica total} : 9,14\text{PSI} : 0,73 \text{ PSI/ft valor de friccion calculado)}}{\text{Altura estatica} \quad 12,5\text{ft}}$$

Tubería (\emptyset : 1 1/2) : Factor de fricción (PSI/ft) : $2,63 \times 1,09 : 2,8 > 0,73$

Tubería (\emptyset : 2): Factor de fricción (PSI/ft) : $0,93 \times 1,09 : 1 > 0,73$

Se concluyo utilizar una tubería de cedula de cedula 40 (\emptyset : 2 1/2) para el tramo de succión de recepción de materias primas para minimizar las perdias por fricción, y utilizar una tubería de cedula 40 (\emptyset : 2) para el tramo de descarga en el sistema de recepción de materias primas y de la tubería del sistema de transporte de materias primas al tanque.

C.1.3. Determinación de la velocidad del fluido en la tubería del sistema de recepción de materias primas y transporte de materias primas al tanque

Conociendo las dimensiones de la tubería que se va a utilizar, se procede a determinar la velocidad como se muestra a continuación:

$$v: \frac{Q}{A} \quad (\text{Ec. C.2})$$

Debido a que el diámetro para la tubería del sistema de transporte de materias primas al tanque y la tubería de descarga del sistema de recepción de materias primas es el mismo, la velocidad será igual para estos tramos:

$$v: \frac{1,1 \cdot 10^{-3}}{2,168 \cdot 10^{-3}} : 0,5 \text{ m/s}$$

En cuanto a la tubería de succión del sistema de recepción de materias primas la velocidad será:

$$v: \frac{1,1 \cdot 10^{-3}}{3,09 \cdot 10^{-3}} : 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

C.1.4. Calculo Carga Total Dinámica (TDH)

C.1.4.1.Sistema de recepción de materias primas. El TDH se calculó utilizando la ecuación que se muestra a continuación:

$$TDH: (d + s) + (h_{ds} + h_{fs}) \quad (\text{Ec. C.3})$$

Donde:

THD: Carga total dinámica.

(d+s): altura estática.

($h_{ds}+h_{fs}$): Perdidas por fricción.

1. Calculo de la altura estática. Para la determinación tanto de la altura estática de succión (S), como altura estática de descarga (d) se considero para el caso crítico. Esto quiere decir: la altura de succión crítica es aquella cuando el contenedor se encuentra con un nivel mínimo de volumen es de 2,4 m y la altura de descarga crítica es la mayor del tanque donde se descarga las materias primas y tiene un valor de 1,3 m. Finalmente la altura estática será:

Altura estática: $d+s: 1,3+2,4: 3,7$ metros

2. Calculo de las perdidas por fricción. Se estima sumando las perdidas por fricción en la tubería de succión y de descarga.

2.1. Perdidas por fricción en la tubería de succión es la suma de las pérdidas en tubería y las pérdidas por accesorios. Para su cálculo se utilizo la ecuación que se muestra a continuación.

$$h_{fs}: \left(f * \frac{l}{D} * \frac{v^2}{2g} \right) + h_{acc} \quad (\text{Ec. C.4})$$

Donde:

f: factor de fricción

L: 6 m.

D: 0.063m.

V: 0,3 m/s

h_{acc} : Perdidas por accesorios

El factor de fricción depende del régimen del fluido en la tubería. Y se calculó con la ecuación que se muestra a continuación.

$$f: \frac{64}{Re} \quad (\text{Ec. C.5})$$

Para ello se debe calcular el Reynolds. La velocidad del sistema es 0.30 m/s y el diámetro de tubería es igual a 0.063 m. En la tabla 21 se muestra los Reynolds calculados.

$$Re: \frac{\rho * V * D}{\mu} \quad (\text{Ec. C.6})$$

Tabla 21. Factor de fricción tubería de succión (Recepción de materias primas)

Sustancia	ρ	μ	$Re_{succión}$	$f_{succión}$
Jabón colofonia	1100 kg/m ³	3,5 Kg/m*s	5,94	10,77
Acido sulfónico	1050 kg/m ³	1,6 Kg/m*s	12,40	5,16
Cloruro de benzalconio	1250 kg/m ³	0,23 Kg/m*s	100,96	0,64
Alcohol etílico	1100 kg/m ³	0,0012 Kg/m*s	12442,5	5,14*10 ⁻³

2.1.1. Luego se calculó las perdidas por accesorios utilizando la ecuación C.7. En la tabla 22 se encuentran el valor de las perdidas por accesorios.

$$h_{acc}: k \frac{v^2}{2g} \quad (\text{Ec. C.7})$$

Donde:

K: coeficiente empírico. Anexo I

V: velocidad media del flujo 0.30 m/s

Tabla 22. Perdida por accesorios en la tubería de succión (Recepción de materias primas)

Accesorio	k	Cantidad	h_{acc} (m)
Codos 90° radio largo ($\varnothing=2\frac{1}{2}$ "	0,90	1	$5,62 \cdot 10^{-3}$
Válvula de compuerta ($\varnothing=2\frac{1}{2}$ "	0,2	1	$1,25 \cdot 10^{-4}$
Te ($\varnothing=2\frac{1}{2}$ "	1,8	1	0,011
Reducción concéntrica ($2\frac{1}{2}$ "x $1\frac{1}{2}$ "	0,27	1	0,052
Pérdidas totales por accesorios			0,07

Finalmente se calcularon las perdidas por fricción en la tubería de succión utilizando la ecuación C.4. En la tabla 23 se muestran los valores.

Tabla 23. Perdida en la tubería de succión (Recepción de materias primas)

Sustancia	h_{fs} (m)
Jabón de colofonia	4,78
Acido sulfónico lineal	2,33
Cloruro de benzalconio	0,34
Alcohol etílico	0,07

2.2. Perdidas de fricción en tubería de descarga: Se utilizó la ecuación C.4 al igual que para el cálculo de las pérdidas en la tubería de succión.

Donde:

L: 4 m.

D: 0,0525 m.

V: 0,50 m/s.

El factor de fricción al igual que en el tramo de succión se calculó utilizando las formulas C.5 y C.6. En las tablas 24 se muestra el factor de fricción calculado.

Tabla 24. Factor de fricción tubería de descarga (Recepción de materias primas)

Sustancia	ρ	μ	$Re_{descarga}$	$f_{descarga}$
Jabón colofonia	1100 kg/m ³	3,5 Kg/m*s	8,25	7,56
Acido sulfónico	1050 kg/m ³	1,6 Kg/m*s	17,23	3,61
Cloruro de benzalconio	1250 kg/m ³	0,23 Kg/m*s	140,22	0,44
Alcohol etílico	1100 kg/m ³	0,0012 Kg/m*s	17281,25	3,59*10 ⁻³

2.2.1. Para el cálculo de las pérdidas por accesorios en la tubería de descarga se utilizó la ecuación C.7. La velocidad en la tubería de descarga es 0.50 m/s. En la tabla 25 se muestran los resultados.

Tabla 25. Perdida por accesorios en la tubería descarga (Recepción de materias primas)

Accesorio	k	Cantidad	h_{acc} (m)
Codos 90° radio largo ($\phi=2''$)	0,90	3	0,035
Válvula de compuerta ($\phi=2''$)	0,2	1	2,55*10 ⁻³
Te ($\phi=2''$)	1,8	1	0,023
Válvula de retención ($\phi=2''$)	2	1	0,03
Reducción concéntrica (1"x2")	0,45	1	0,09
Perdidas por accesorios			0,18

Finalmente en la tabla 26 se muestran los resultados de las pérdidas en la tubería de descarga.

Tabla 26. Perdida en la tubería de descarga (Recepción de materias primas)

Sustancia	H_{ds} (m)
Jabón de colofonia	7,72
Acido sulfónico lineal	3,79
Cloruro de benzalconio	0,63
Alcohol etílico	0,19

C.1.4.2. Sistema de (Transporte de materias primas al tanque). Para el cálculo de TDH, se calculó utilizando la ecuación que se muestra a continuación.

$$TDH: (d - s) + (h_{ds} + h_{fs})$$

1. Cálculo de la altura estática. La altura de succión crítica (S) es igual a 1,3 m y la altura de descarga crítica (d) es igual a 2,5 m. Finalmente la altura estática será:

Altura estática: d-s: 2,5-1,3: 1,2 metros

2. Pérdidas por fricción en la tubería de succión se calculó utilizando la ecuación C.4. Donde:

L: 4 m.

D: 0,0525 m.

V: 0,50 m/s.

En cuanto al factor de fricción f será igual al calculado para el tramo de descarga del sistema de recepción de materias primas mostrado en la tabla 23.

3. Luego se calculó las pérdidas por accesorios utilizando la ecuación C.7. En la tabla 27 se encuentran el valor de las pérdidas por accesorios.

Tabla 27. Pérdida por accesorios en la tubería de succión (materias primas al tanque)

Accesorio	K	Cantidad	h_{acc} (m)
Codos 90° radio largo ($\phi=2''$)	0,90	2	0,02
Válvula de compuerta ($\phi=2''$)	0,2	1	$2,55 \cdot 10^{-3}$
Te ($\phi=2''$)	1,8	1	0,023
Reducción concéntrica (2"x1 1/2")	0,27	1	0,052
Pérdidas totales por accesorios			0,097

Finalmente se calcularon las pérdidas por fricción en la tubería de succión utilizando la ecuación C.4. En la tabla 28 se muestran los valores.

Tabla 28. Perdida totales en la tubería de succión (materias primas al tanque)

Sustancia	h_{fs} (m)
Jabón de colofonia	7,63
Acido sulfónico lineal	3,71
Cloruro de benzalconio	0,54
Alcohol etílico	0,11

4. Pérdidas de fricción en tubería de descarga: Se utilizó la ecuación C.4. Donde:

L: 14 m.

D: 0,0525 m.

V: 0,50 m/s.

El factor de fricción f se muestran en la tabla 23 para cada materia prima.

Para el cálculo de las pérdidas por accesorios en la tubería de descarga se utilizo la ecuación C.7. En la tabla 29 se muestran los resultados.

Tabla 29. Perdida por accesorios en la tubería (materias primas al tanque)

Accesorio	K	Cantidad	h_{acc} (m)
Codos 90° radio largo ($\phi=2''$)	0,90	4	0,05
Válvula de compuerta ($\phi=2''$)	0,2	1	$2,55 \cdot 10^{-3}$
Te ($\phi=2''$)	1,8	1	0,023
Válvula de retención ($\phi=2''$)	2	1	0,03
Reducción concéntrica (2"x1")	0,45	1	0,09
Perdidas por accesorios			0,19

Finalmente en la tabla 30 se muestran los resultados de las perdidas en la tubería de descarga.

Tabla 30. Perdida totales en la tubería de descarga (materias primas al tanque)

Sustancia	H _{ds} (m)
Jabón de colofonia	26,55
Acido sulfónico lineal	12,81
Cloruro de benzalconio	1,74
Alcohol etílico	0,2

Por último se calculó la Cabeza Total Dinámica tanto del sistema de recepción de materias primas como del sistema de transporte de materias primas al tanque, mediante la ecuación C.3 En la tabla 31 se presentan los THD calculados.

Tabla 31. Carga Total Dinámica

Sustancias	TDH (m) sistema de recepción de materias primas	TDH (m) sistema de transporte de materias primas al tanque
Jabón de colofonia	16,2	35,38
Acido sulfónico lineal	9,82	17,72
Cloruro de benzalconio	4,67	3,48
Alcohol etílico	3,96	1,51

C.1.5. Cálculo de la cabeza neta de succión positiva disponible (NPSH)

$$NPSH_{Disponible} : \frac{(P_{atm} - P_{vapor}) * 2.31}{G.E} - h_s - h_{fs} \quad (\text{Ec. C.8})$$

C.1.5.1. Sistema de recepción de materias primas. Se dispone de los siguientes datos:

P_{atm}: 1 atm = 14,7 PSI

h_s: 2,4 m ≅ 7,3 ft

C.1.5.2. Sistema de recepción de transporte de materias primas al tanque. Se disponen de los siguientes datos:

P_{atm}: 1 atm = 14,7 PSI

$h_s: 1,3 \text{ m} \equiv 4,26 \text{ ft}$

En la tabla 32 se muestran las propiedades de cada sustancia para el cálculo del NPSH disponible.

Tabla 32 Propiedades de las materias primas

Sustancia	Gravedad específica	Presión de vapor (PSI)
Jabón de colofonia	1,09	$1,7 \cdot 10^{-3}$
Acido sulfónico lineal	1	$4,35 \cdot 10^{-17}$
Alcohol etílico	0,78	1,14
Nonilfenol	0,94	$1,45 \cdot 10^{-3}$
Cloruro de benzalconio	1,01	0,33
Glutaraldehido	1,13	0,29
Creosota	0,93	0,87

Las pérdidas de fricción en la tubería de succión del sistema de recepción y de transporte de materias primas al tanque se muestran en las tablas 22 y 27 respectivamente. En la tabla 33 se presentan las perdidas por fricción en la tubería de succión de las sustancias que no habían sido mostradas.

Tabla 33. Pérdidas en la tubería de succión de los dos sistemas

Sustancia	$h_{fsucción}$ (ft) sistema de recepción de materias primas	$h_{fsucción}$ (ft) Transporte de materias primas al tanque
Nonilfenol	6,79	10,89
Glutaraldehido	0,52	0,82
Creosota	0,36	0,29

Finalmente se calculó el NPSH de los sistemas de recepción y transporte de materias primas al tanque para cada una de las sustancias a bombear como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34. Cabeza neta de succión positiva disponible (NPSH)

Sustancia	NPSH (m) sistema recepción de materias primas	NPSH (m) sistema transporten de materias primas al tanque
Jabón de colofonia	2,49	3,16
Acido sulfónico lineal	5,79	7,94
Alcohol etílico	9,94	13,69
Nonilfenol	6,71	8,99
Cloruro de benzalconio	7,45	10,91
Glutaraldehido	6,60	10,02
Creosota	8,13	11,68

D.1.6. Potencia hidráulica requerida por el sistema P_H

De acuerdo a los requerimientos del proceso se cuentan con el caudal $Q: 1,1 \cdot 10^{-3}$ (17,3 GPM). Utilizando la ecuación C.9 se calculo el P_H . En la tabla 35 se muestra los resultados.

$$P_H: \frac{\text{GPM} \cdot \text{THD}}{1715} \quad (\text{Ec.C.9})$$

Tabla 35 Potencia hidráulica calculada

sistema de recepción de materias primas			
	Jabón de colofonia	Acido sulfónico lineal	Cloruro de benzalconio
P_H	0,25 HP	0,14 HP	0,07 HP
Sistema de transporte de materias primas al tanque			
P_H	0,55 HP	0,25 HP	0,05 HP

C.1.7. Potencia absorbida por la bomba P_{ab}

Finalmente con respecto a las condiciones de operación del sistema, donde n es la eficiencia mecánica de la bomba, mediante la ecuación C.13, se calculó la potencia absorbida (P_{ab}) por la bomba.

$$P_{ab}: \frac{P_H}{n} \quad (\text{Ec. C.10})$$

Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 36.

Tabla 36 potencia absorbida de la bomba

Sistema de recepción de materias primas			
Sustancia	P _H	Eficiencia de la bomba n	P _{ab}
Jabón de colofonia	0,25	0,40	0,62
Acido sulfónico lineal	0,14	0,47	0,30
Cloruro de benzalconio	0,07	0,50	0,14
Sistema de transporte de materias primas al tanque			
Jabón de colofonia	0,55	0,40	1,37
Acido sulfónico lineal	0,25	0,47	0,53
Cloruro de benzalconio	0,05	0,50	0,1

C.3. DISEÑO DE SISTEMA DE ENVASADO DE DESINFECTANTES

C.3.1. Determinación del caudal

$$Q: \frac{1000 \text{ litros}}{50 \text{ minutos}} : \frac{20l}{\text{min}} : 3.33 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} : 5.28 \text{ GPM}$$

Donde:

Q: m³/s

Volumen: 1000 litros

Tiempo: 60 minutos

C.3.2. Selección de tuberías

Para la selección del diámetro de tubería se tuvo en cuenta la viscosidad de los productos a transportar y se realizaron cálculos con diferentes diámetros ¾", 1" y 1 1/4", se concluyo que el diámetro adecuado de tubería de succión es de 1", ya que presenta bajas perdidas de fricción y resulta económico.

C.3.3. Determinación de la velocidad del fluido en la tubería

Conociendo las dimensiones de la tubería que se va a utilizar, se procede a determinar la velocidad con la Ec. D.2 como se muestra a continuación:

$$v: \frac{3.33 \cdot 10^{-4}}{5.574 \cdot 10^{-4}} : 0,6 \text{ m/s}$$

C.3.4. Calculo de la Carga Total Dinámica THD

El sistema de bombeo está diseñado para que funcione con succión positiva. Para el calculo de TDH, se calculo utilizando la ecuación C.6 Donde:

1. Calculo de la altura estática. La altura de succión crítica es igual a 1,3 m y no existe altura de descarga crítica ya que la bomba enviara directamente a los envases los líquidos transportados que se encuentran al mismo nivel de la bomba.

2. Calculo de las perdidas por fricción. Se estima sumando las perdidas por fricción en la tubería de succión y de descarga.

2.1. Perdidas por fricción en la tubería de succión es la suma de las pérdidas en tubería y las pérdidas por accesorios. Para su cálculo se utilizó la ecuación C.7 que se muestra a continuación. Donde:

L: 3 m.

D: 0,0266 m.

V: 0,6 m/s.

El factor de fricción junto con los Reynolds se calcula utilizando las ec. C.8 y C.9 como se muestran en la tabla a continuación.

Tabla 37. Reynolds de los productos

Sustancia	ρ	μ	Re	f
PENTAN	1150 kg/m ³	0,001 Kg/m*s	18354	3,49*10 ⁻³
FARMODINE	1100 kg/m ³	0,55 Kg/m*s	31,92	2
CREOFHARM	1100 kg/m ³	0,25 Kg/m*s	70,22	0,91

Luego se calculo las perdidas por accesorios utilizando la ecuación C.10. En la tabla 38 se encuentran el valor de las perdidas por accesorios.

Tabla 38. Perdida por accesorios en la tubería de succión sistema de envasado

Accesorio	k	Cantidad	h_{acc} (m)
Codos 90° radio largo ($\varnothing=1''$)	0,90	3	0,05
Válvula de compuerta ($\varnothing=1''$)	0,2	1	3,66*10 ⁻³
Reducción concéntrica (2"x1")	0,45	1	0,09
Pérdidas totales por accesorios			0,14

2.2. Perdidas de fricción en tubería de descarga: La bomba posee una manguera que envía directamente los productos a sus respectivos envases. Se calcularon las pérdidas por fricción en la manguera. Para el cálculo de las pérdidas por fricción se utilizo la ecuación C.7, donde:

L: 1 m.

D: 0,019 m.

V: 1,05 m/s.

El factor de fricción depende del régimen del fluido en la tubería. Para su cálculo se usa la Ec. C.8 yC.9. La velocidad del sistema es 1,05 m/s y el diámetro de tubería es igual a 0.019m. En la tabla 39 se muestra los f calculados.

Tabla 39. Factor de fricción de los productos en la manguera de descarga

Sustancia	Re	f
PENTAN	22942,5	$8,25 \cdot 10^{-3}$
FARMODINE	39,9	1,60
CREOFHARM	87,78	0,73

Finalmente se calcularon las pérdidas por fricción e la tubería de succión y en la manguera de descarga utilizando la ecuación C.7. En la tabla 40 se muestran los valores.

Tabla 40. Pérdidas totales

Sustancia	h_{fs} (m)	H_{ds} (m)
PENTAN	0,15	0,01
FARMODINE	4,29	4,7
CREOFHARM	2,03	2,16

Por último se calculo la Cabeza Total Dinámica por medio de la ecuación C.3. En la tabla 41 se presentan los THD calculados.

Tabla 41. Carga Total Dinámica (THD)

Sustancia	s (m)	h_f (m)	TDH (m)
PENTAN	1,3	0,16	1,14
FARMODINE	1,3	8,99	7,69
CREOFHARM	1,3	4,19	2,89

C.3.5. Potencia hidráulica requerida por el sistema P_H

De acuerdo a los requerimientos del proceso se cuentan con el caudal $Q: 3,33 \cdot 10^{-4}$ (5,28 GPM). Utilizando la ecuación C.9 se calculó el P_H . En la tabla 42 se muestra los resultados.

Tabla 42. Potencia hidráulica calculada sistema de envasado

	PENTAN	FARMODINE	CREOFHARM
P_H	$5,74 \cdot 10^{-3}$ HP	0,04 HP	0,01HP

C.3.6. Potencia consumido por la bomba P_{ab}

Finalmente se calculó la potencia absorbida de la bomba mediante la ecuación C.10. Los resultados obtenidos se resumen en la tabla 43.

Tabla 43. Potencia absorbida por la bomba sistema de envasado

Sustancia	P_H	Eficiencia de la bomba n	P_{ab}
PENTAN	$6,7 \cdot 10^{-3}$	0,4	0,02
FARMODINE	0,04	0,4	0,1
CREOFHARM	0,01	0,4	0,02

ANEXO D. TUBERÍAS

D.1. Material

El material que se utiliza para todas las tuberías del proceso es acero inoxidable AISI304.

D.2. Espesores

Los espesores mínimos de cada una de las tuberías del proceso, teniendo en cuenta el sobreespesor por corrosión y la toleración a la fabricación, se calcula mediante la ecuación E.1.

$$\varepsilon_{min}: [|(P_D * D)/2(\sigma * 1 + P_D * 0,4)| + C]M \quad (\text{Ec. E.1})$$

Donde:

P_D : presión de diseño se estima incrementando el 10% la presión de operación 1,1atm (16,7 PSI).

σ : Tensión máxima admisible 26 649 PSI.

M: Tolerancia a la fabricación 1,125.

Tubería (recepción de materias primas y transporte de materias primas al tanque de agitación)

$$\varepsilon_{min}: [|(16.17 * 1.90)/2(26649 * 1 + 16.17 * 0.4)| + 0.118]1.125$$

$$\varepsilon_{min}: 0.133 \text{ in} \cong 3.38 \text{ mm}$$

Tubería (Sistema de envasado)

$$\varepsilon_{min}: [|(16.17 * 1.31)/2(26649 * 1 + 16.17 * 0.4)| + 0.118]1.125$$

$$\varepsilon_{min}: 0.1333 \cong 3.38 \text{ mm}$$

Designación del numero de cedula

Los espesores comerciales así como el numero de cedula, se selección a partir de los espesores mínimos y del diámetro nominal de la tubería, mediante la tabla del anexo J. Se tomara el valor del espesor inmediatamente superior al espesor mínimo dentro de los que se ofrece para cada diámetro nominal.

Tanto Para la tubería de 2 1/2", 2" y 1" un espesor mínimo de 0,133 in su correspondiente numero de cedula será 40.

ANEXO E. ACCESORIOS

Figura 7. Válvula de compuerta

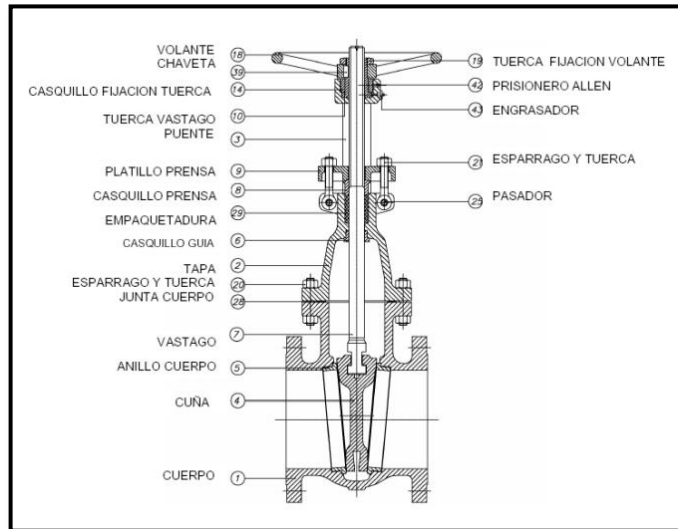


Figura 8. Válvula de retención

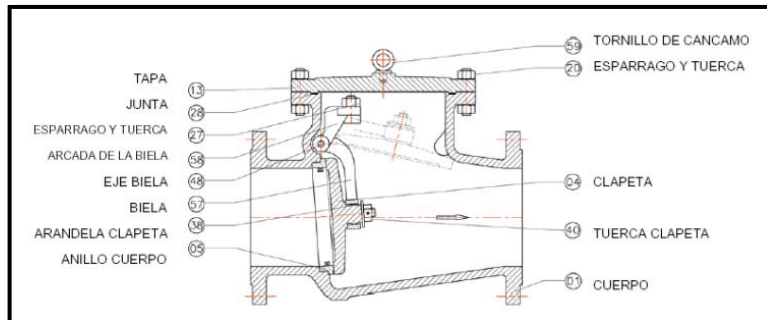


Figura 9. Codos, te y reducciones



ANEXO F. CONVERSIÓN DE UNIDADES DE VISCOSIDAD

Segundos Saybolt universal SSU	Viscosidad cinemática Centistoke	Segundos Saybolt Furol ssi	Segundos Redwood 1 (normales)	Segundos Redwood 2 (admiralty)	Grados Engles	Grados Darbey	segundos Parlin copa No7
31	1,0	.....	29,0	.....	1,0	6200,0	.....
35	2,6	.....	32,1	.....	1,6	2420,0	.....
40	4,3	.....	36,2	5,1	1,3	1440,0	.....
50	7,4	.....	44,3	5,8	1,6	838,0	.....
						
60	10,3	.....	52,3	6,8	1,9	618,0	.....
70	13,1	12,95	60,9	7,6	2,2	483,0	.....
80	15,7	13,7	69,2	8,4	2,5	404,0	.....
90	18,2	14,44	77,6	9,3	2,7	348,0	.....
100	20,6	15,24	85,6	10,1	3,0	307,0	.....
150	32,1	19,3	128,0	14,5	4,5	195,0	.....
200	43,2	23,5	170,0	18,9	5,9	144,0	40,0
250	54,0	28	212,0	23,5	7,4	114,0	46,0
300	65,0	32,5	254,0	28,0	8,8	95,0	52,5
400	87,6	41,9	338,0	37,1	11,7	70,8	66,0
500	110,0	51,6	423,0	46,2	14,6	56,4	79,0
600	132,0	61,4	508,0	55,4	17,5	47,0	92,0
700	154,0	71,1	592,0	64,6	20,5	40,3	106,0
800	176,0	81	677,0	73,8	23,4	35,2	120,0
900	198,0	91	762,0	83,0	26,3	31,3	135,0
1000	220,0	100,7	896,0	92,1	29,2	28,2	149,0
8000	1760,0	800	6770,0	737,0	233,5	3,5	.....
9000	1980,0	900	7620,0	829,0	263,0	3,1	.....
10000	2200,0	1000	8460,0	921,0	292,0	2,8	.....
15000	3300,0	1500	13700,0	.....	438,0	2,5	.....
20000	4000,0	2000	18400,0	.....	584,0	1,4	.....

Fuente: Viejo Zubicaray Manuel, Bombas: Teoría, Diseño y Aplicaciones, Editorial Limusa S.A, México D.F, 2000. Pág. 267

ANEXO G. TUBERÍA DE ACERO (CÉDULA 40) NUEVA

GPM	Diam. tub. (pulg)	VISCOSIDAD SSU																	
		100	200	300	400	500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	9,000	10,000	15,000
3	1/2	11.2	25.6	35.3	47.1	59	118	177	236	291	353	471	589	706	824	912	----	----	----
	3/4	3.7	7.6	11.5	15.3	19.1	38.2	57	76	96	115	153	191	229	268	306	344	382	576
	1	1.4	2.9	4.4	5.8	7.3	14.5	21.8	29.1	35.3	43.6	58	73	87	101	116	131	145	218
5	3/4	6.1	12.7	19.1	23.3	31.9	64	96	127	159	191	255	319	382	450	510	573	647	956
	1	2.3	4.9	7.3	9.7	12.1	24.2	36.3	48.5	61	73	97	121	145	170	194	218	242	363
	1 1/4	0.77	1.6	2.4	3.3	4.1	8.1	12.2	16.2	20.3	24.3	32.5	40.6	48.7	57	65	73	81	122
7	3/4	8.5	17.9	26.8	35.7	44.6	89	134	178	223	268	357	446	535	624	713	803	892	----
	1	3.2	6.8	10.2	13.6	17	33.9	51	68	83	102	136	170	203	237	271	303	339	509
	1 1/4	1.1	2.3	3.4	4.5	5.7	11.4	17	22.7	28.4	34.1	45.4	56.7	68	80	91	102	114	170
10	1	1.9	9.7	14.5	19.4	24.2	48.5	73	97	121	145	194	242	291	339	388	436	485	727
	1 1/4	1.6	3.3	4.9	6.5	8.1	16.2	24.3	32.5	40.6	48.7	65	81	97	114	130	146	162	243
	1 1/2	0.84	1.8	2.6	3.5	4.4	8.8	13.1	17.5	21.9	26.3	35	43.8	53	61	70	79	88	131
15	1	11	14.5	21.8	29.1	38.3	73	109	145	182	218	291	363	436	509	581	654	727	----
	1 1/4	2.8	4.9	7.3	9.7	12.2	24.3	36.5	48.7	61	73	97	122	146	170	195	219	243	365
	1 1/2	1.3	2.6	3.9	5.3	6.6	13.1	19.7	26.3	32.8	39.4	53	66	79	92	105	118	131	197
20	1	18	18	29.1	38.8	48.5	97	145	194	242	291	388	485	581	678	775	872	----	----
	1 1/4	4.9	6.4	9.7	13	16.2	32.5	48.7	65	81	97	130	162	195	227	260	292	325	487
	1 1/2	2.3	3.5	5.3	7	8.8	17.5	26.3	35	43.8	53	70	88	103	123	140	158	175	263
25	2	0.64	1.3	1.9	2.6	3.2	6.4	9.6	12.9	16.1	19.3	25.7	32.1	38.5	45	51	58	64	96
	1 1/2	3.5	4.4	6.6	8.8	11	21.9	32.8	43.8	55	66	88	10	131	153	176	197	219	328
	2	1	1.6	2.4	3.2	4	8	12.1	16.1	20.1	24.1	32.1	40.2	48.2	56	64	72	80	121
	2 1/2	0.4	0.79	1.2	1.6	2	4	5.9	7.9	9.9	11.8	15.8	19.7	23.7	27.6	31.6	35.5	39.5	59



Flujo turbulento



Flujo laminar


Nota: para que un liquido con gravedad especifica diferente a 1.00 multiplique el valor de la tabla por el valor de la gravedad especifica del liquido

Fuente: Viejo Zubicaray Manuel, Bombas: Teoría, Diseño y Aplicaciones, Editorial Limusa S.A, México D.F, 2000. Pág. 262

ANEXO H. MATERIAS PRIMAS CORROSIVAS

FICHA TÉCNICA ÁCIDO SULFÓNICO LINEAL		No. ONU : 2596	
<p>NOMBRE QUÍMICO: Ácido Dodecibencensulfónico Lineal</p> <p>NOMBRE COMERCIAL: Ácido Sulfónico Lineal Ácido Fenilsulfónico</p> <p>FÓRMULA MÁS PROBABLE : CH₂(CH₂)₁₁C₆H₄SO₃H</p> <p>DESCRIPCIÓN : Líquido viscoso de color marrón, corrosivo y de olor penetrante.</p>	<p style="text-align: center;">PROPIEDADES</p> <p>CORROSIVIDAD: Se clasifica como corrosivo clase 8 de acuerdo con la NTC 1692</p> <p>INFLAMABILIDAD: No es altamente inflamable. En caso de incendios ocurre la combustión de gases tóxicos, óxidos de carbono y dióxido de azufre</p> <p>EXTINCIÓN DE INCENDIOS: Espuma, CO₂, Polvo Químico.</p>		
<p>NONILFENOL</p> <p style="text-align: right;"></p> <p style="font-size: small;"> Identificadores químicos | Peligros | Recomendaciones Respuesta | Propiedades Físicas | Información Regulatoria | químicos Nombres Alternos </p>			
<p>Identificadores Químicos</p> <p>¿Qué es esta información? ▶</p>			
<p>Número CAS</p> <p>25154-52-3 104-40-5 139-84-4 136-83-4</p>	<p>Número UN / NA</p> <p>3145</p>	<p>DOT Etiqueta de peligro</p> <p>CORROSIVO</p>	<p>CHRIS Código</p> <p> NNP</p>
<p>NFPA 704: Red 1 - Inflamabilidad: Debe ser precalentado para arder Azul 3 - Peligro para la salud: Extremadamente peligroso - uso de una protección completa Amarillo 0 - Reactividad: Normalmente estable</p>			
<p>Descripción General</p> <p>Un líquido espeso, de color amarillento con un olor fenólico leve. Insoluble en agua. Punto de inflamación 285 ° F. Burns, aunque difícil de encender. Puede irritar la piel. Usado en la fabricación de aditivos para aceites, tensioactivos, preparaciones fungicidas y plásticos y caucho.</p>			

HOJA DE SEGURIDAD (MSDS) CLORURO DE BENZALCONIO	
<p>Rótulo NFPA</p> 	<p>Rótulo UN</p> 
<p>Fecha Revisión:</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 2px;">TELEFONOS DE EMERGENCIA: Corquiven: +58 (241) 832.73.49 / 832.70.92 / 838.95.68</p>	
<p>INFORMACION DE TRANSPORTE</p>	
<p style="font-size: small;">Etiqueta blanco y negro con el número 8 y la leyenda "Corrosivo". No transporte con sustancias explosivas, sólidos que liberan gases inflamables en contacto con el agua, comburentes, peróxidos orgánicos, materiales radiactivos, ni alimentos.</p>	

 HOJA DE INFORMACION DE SEGURIDAD.
<p>IDENTIFICACION DE PREPARACION Y COMPAÑÍA.</p>
<p>Nombre del Producto: 20/25% Aceite Creosilico / Venoil / Creosota.</p>
<p>TRANSPORTE --- INFORMACION.</p>
<p>UN No.: 2927</p> <p>Acarreo en Carretera: Empaque Tóxico Grupo II, sub.: Corrosivo</p> <p>Tarjeta TREM No.: 61G06b</p> <p>ADR/RID Clase: 6.1,Sub.: 8.</p> <p>IMDG Clase: 6.1,Sub.: 8.</p> <p>Grupo de Embarque: II.</p> <p>Nombre Propio del Embarque: LIQUIDO TOXICO, CORROSIVO, ORGANICO, N.O.S. (Mezcla de Aceite Carbólico)</p> <p>Contaminante: Si (Contiene Aceite Carbólico).</p> <p>Arancel de Aduanas (Sistema Harmonizado): 3808-40-90</p>

ANEXO I. COEFICIENTES DE PÉRDIDAS SINGULARES

VALORES DEL COEFICIENTE K EN PÉRDIDAS SINGULARES		
Accidente	K	L/D
Válvula esférica (totalmente abierta)	10	350
Válvula en ángulo recto (totalmente abierta)	5	175
Válvula de seguridad (totalmente abierta)	2,5	-
Válvula de retención (totalmente abierta)	2	135
Válvula de compuerta (totalmente abierta)	0,2	13
Válvula de compuerta (abierta 3/4)	1,15	35
Válvula de compuerta (abierta 1/2)	5,6	160
Válvula de compuerta (abierta 1/4)	24	900
Válvula de mariposa (totalmente abierta)	-	40
T por salida lateral	1,80	67
Codo a 90° de radio corto (con bridas)	0,90	32
Codo a 90° de radio normal (con bridas)	0,75	27
Codo a 90° de radio grande (con bridas)	0,60	20
Codo a 45° de radio corto (con bridas)	0,45	-
Codo a 45° de radio normal (con bridas)	0,40	-
Codo a 45° de radio grande (con bridas)	0,35	-

ANEXO J. DIMENSIONES TUBERÍA DE ACERO CEDULA 40

Tamaño nominal de la tubería (pulgadas)	Diámetro exterior		Grosor de la pared		Diámetro interior			Área de flujo	
	(pulg)	(mm)	(pulg)	(mm)	(pulg)	(pie)	(mm)	(pie ²)	(m ²)
1/8	0.405	10.3	0.068	1.73	0.269	0.0224	6.8	0.000 394	3.660 × 10 ⁻⁵
1/4	0.540	13.7	0.088	2.24	0.364	0.0303	9.2	0.000 723	6.717 × 10 ⁻⁵
3/8	0.675	17.1	0.091	2.31	0.493	0.0411	12.5	0.001 33	1.236 × 10 ⁻⁴
1/2	0.840	21.3	0.109	2.77	0.622	0.0518	15.8	0.002 11	1.960 × 10 ⁻⁴
3/4	1.050	26.7	0.113	2.87	0.824	0.0687	20.9	0.003 70	3.437 × 10 ⁻⁴
1	1.315	33.4	0.133	3.38	1.049	0.0874	26.6	0.006 00	5.574 × 10 ⁻⁴
1 1/4	1.660	42.2	0.140	3.56	1.380	0.1150	35.1	0.010 39	9.653 × 10 ⁻⁴
1 1/2	1.900	48.3	0.145	3.68	1.610	0.1342	40.9	0.014 14	1.314 × 10 ⁻³
2	2.375	60.3	0.154	3.91	2.067	0.1723	52.5	0.023 33	2.168 × 10 ⁻³
2 1/2	2.875	73.0	0.203	5.16	2.469	0.2058	62.7	0.033 26	3.090 × 10 ⁻³
3	3.500	88.9	0.216	5.49	3.068	0.2557	77.9	0.051 32	4.768 × 10 ⁻³
3 1/2	4.000	101.6	0.226	5.74	3.548	0.2957	90.1	0.068 68	6.381 × 10 ⁻³
4	4.500	114.3	0.237	6.02	4.026	0.3355	102.3	0.088 40	8.213 × 10 ⁻³
5	5.563	141.3	0.258	6.55	5.047	0.4206	128.2	0.139 0	1.291 × 10 ⁻²
6	6.625	168.3	0.280	7.11	6.065	0.5054	154.1	0.200 6	1.864 × 10 ⁻²
8	8.625	219.1	0.322	8.18	7.981	0.6651	202.7	0.347 2	3.226 × 10 ⁻²
10	10.750	273.1	0.365	9.27	10.020	0.8350	254.5	0.547 9	5.090 × 10 ⁻²
12	12.750	323.9	0.406	10.31	11.938	0.9948	303.2	0.777 1	7.219 × 10 ⁻²
14	14.000	355.6	0.437	11.10	13.126	1.094	333.4	0.939 6	8.729 × 10 ⁻²
16	16.000	406.4	0.500	12.70	15.000	1.250	381.0	1.227	0.1140
18	18.000	457.2	0.562	14.27	16.876	1.406	428.7	1.553	0.1443
20	20.000	508.0	0.593	15.06	18.814	1.568	477.9	1.931	0.1794
24	24.000	609.6	0.687	17.45	22.626	1.886	574.7	2.792	0.2594

ANEXO K. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS BOMBAS CENTRIFUGAS



CDX

CENTRIFUGAL PUMPS in AISI 304



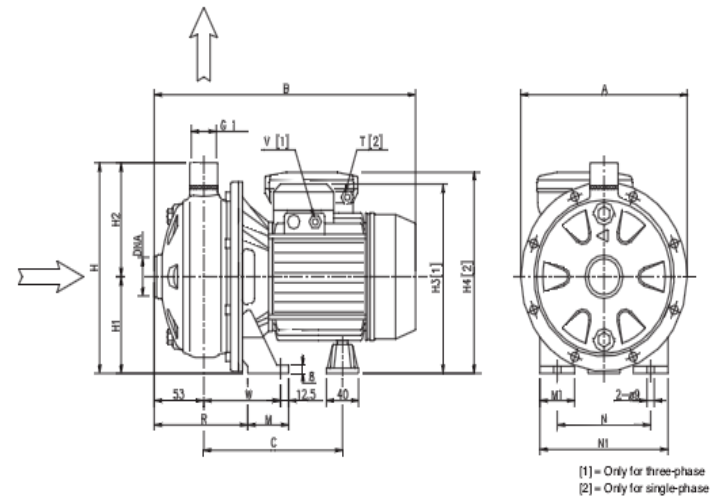
CDX

CENTRIFUGAL PUMPS in AISI 304

Single (CDX) impeller centrifugal pumps with hydraulic components constructed in stainless steel AISI 304, suitable for pressure boosting, water supply, water treatment and irrigation. Air conditioning systems and general water pumping including moderately aggressive liquids.



DIMENSIONS



SPECIFICATIONS

- Max working pressure: 8 bar
- Max water temperature: 60°C (CDX 70)
90°C
110°C (CDXH - CDXHS)

MATERIALS

- Pump body, impeller, diffuser and casing cover in AISI 304
- Shaft in AISI 303
- Bracket and motor casing in aluminium
- Mechanical seal in Carbon/Ceramic/NBR (CDX) in Carbon/Ceramic/FPM (CDXH) in SiC/SiC/FPM (CDXHS)

TECHNICAL DATA

- T.E.F.C. 2 poles motor
- Insulation class F
- Protection degree IP 55
- 1-220-230V ±6%, 60 Hz
- 3-220/380V -6% +10%, 60Hz
- Permanent split capacitor and automatic thermal overload protection for single-phase version
- Thermal protection to be provided by the user for three-phase version
- Suction from 1"¼ to 1"½
- Discharge 1"

DIMENSIONAL TABLE

Pump type CDX(M)	Dimensions [mm]																Weight [kg]			
	A	B		C	H	H1	H2	H3	H4	M	M1	N	N1	R	T	V	W	DNA	1~	3~
70/076	208	321.5	321.5	181	229.5	106	123.5	207	211	50	38	120	160	108	PG 11	PG 11	92.5	G 1"¼	9.5	9
70/106	208	321.5	321.5	181	229.5	106	123.5	207	211	50	38	120	160	108	PG 11	PG 11	92.5	G 1"¼	10.5	10
70/156	208	321.5	321.5	181	229.5	106	123.5	207	211	50	38	120	160	108	PG 11	PG 11	92.5	G 1"¼	13.7	13.7
120/106	208	321.5	321.5	181	229.5	106	123.5	207	211	50	38	120	160	108	PG 11	PG 11	92.5	G 1"¼	10.5	10
120/156	208	321.5	321.5	181	229.5	106	123.5	207	211	50	38	120	160	108	PG 11	PG 11	92.5	G 1"¼	12	12
120/206	208	346	359	199.5	229.5	106	123.5	221.5	242.5	55	40	140	180	105.5	PG 13.5	PG 11	95	G 1"¼	16.5	15
200/156	208	321.5	321.5	181	229.5	106	123.5	207	211	50	38	120	160	108	PG 11	PG 11	92.5	G 1"¼	12	11.5
200/206	208	346	359	199.5	229.5	106	123.5	221.5	242.5	55	40	140	180	105.5	PG 13.5	PG 11	95	G 1"¼	15.5	15
200/306	232	359	-	199.5	250	118	132	233.5	-	55	40	140	180	105.5	-	PG 11	95	G 1"¼	-	16.5



CDX

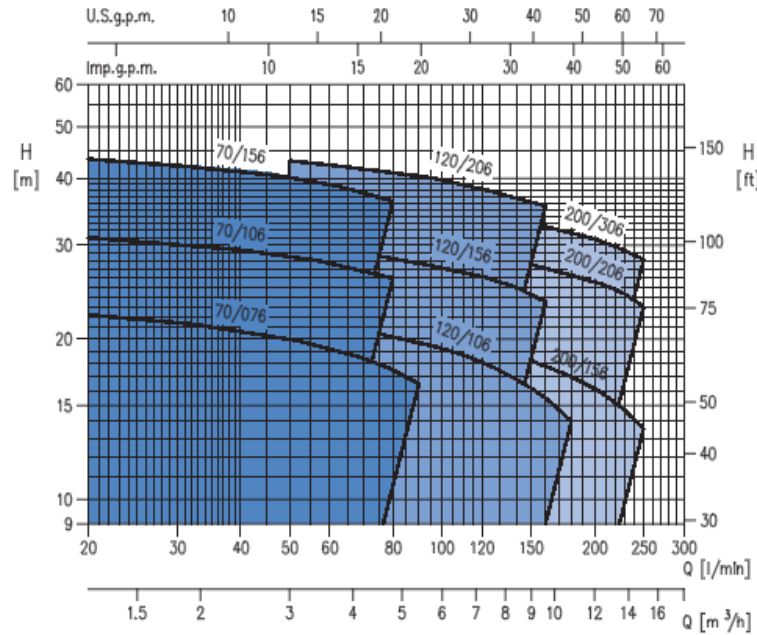
CENTRIFUGAL PUMPS in AISI 304



CDX

CENTRIFUGAL PUMPS in AISI 304

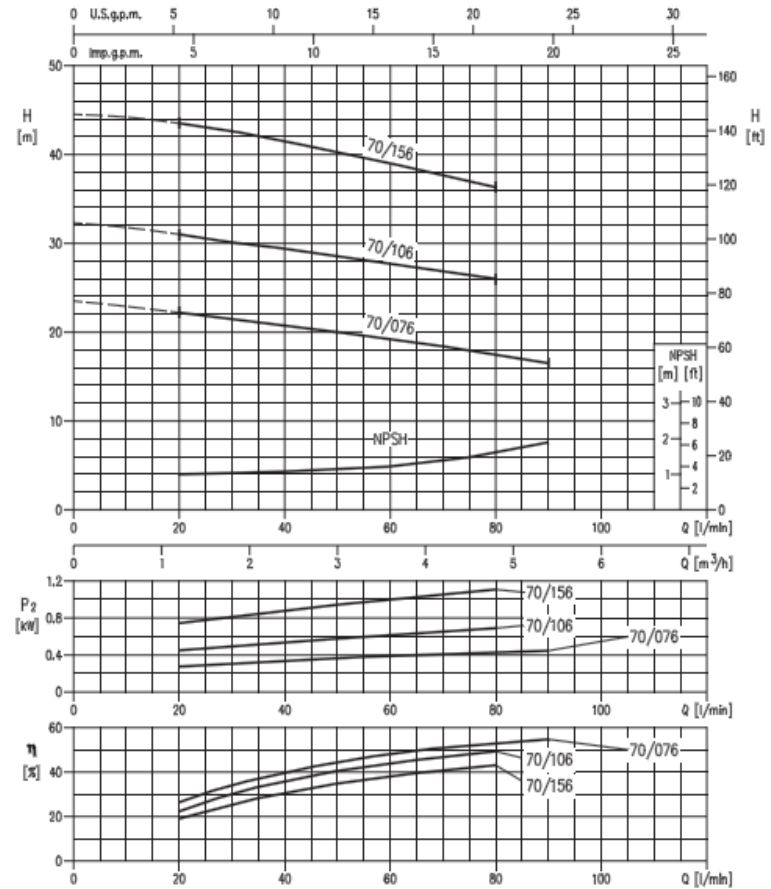
PERFORMANCE CHART



PERFORMANCE TABLE

Pump type		Power		Absorbed current [A]		Q=Capacity												
Single-phase 60Hz	Three-phase 60Hz	kW	HP	Single phase 220V	Three-phase 380V	1min mp/h	0	20	50	80	90	120	140	160	180	220	250	
						H=Total head [m]												
CDXM 70/076	CDX 70/076	0,55	0,75	3,4	2	1,2	23,5	22,2	20	17,5	16,5	-	-	-	-	-	-	
CDXM 70/106	CDX 70/106	0,75	1	5,1	2,9	1,7	32,3	31	28,6	26	-	-	-	-	-	-	-	
CDXM 70/156	CDX 70/156	1,1	1,5	7,5	4,5	2,6	44,5	43,5	40,2	36,3	-	-	-	-	-	-	-	
CDXM 120/06	CDX 120/06	0,75	1	5,2	2,9	1,7	23,8	-	21,8	20,2	19,7	18,1	16,8	15,5	14	-	-	
CDXM 120/156	CDX 120/156	1,1	1,5	7,2	4,3	2,5	32	-	29,8	28,3	27,7	26,2	25	23,5	-	-	-	
CDXM 120/206	CDX 120/206	1,5	2	11,3	6,9	4	45,5	-	43,2	41	40,4	38,2	36,8	34,5	-	-	-	
CDXM 200/156	CDX 200/156	1,1	1,5	6,8	3,9	2,3	28,3	-	-	20,8	20,4	19,4	18,8	17,8	17	15,2	13,6	
CDXM 200/206	CDX 200/206	1,5	2	10	6,2	3,6	32	-	-	30	29,5	28,6	27,9	27,2	26,3	24,6	23,2	
CDXM 200/306	CDX 200/306	2,2	3	-	8,2	4,7	38,8	-	-	35,5	35,1	34	33,3	32,5	31,6	29,8	28,2	

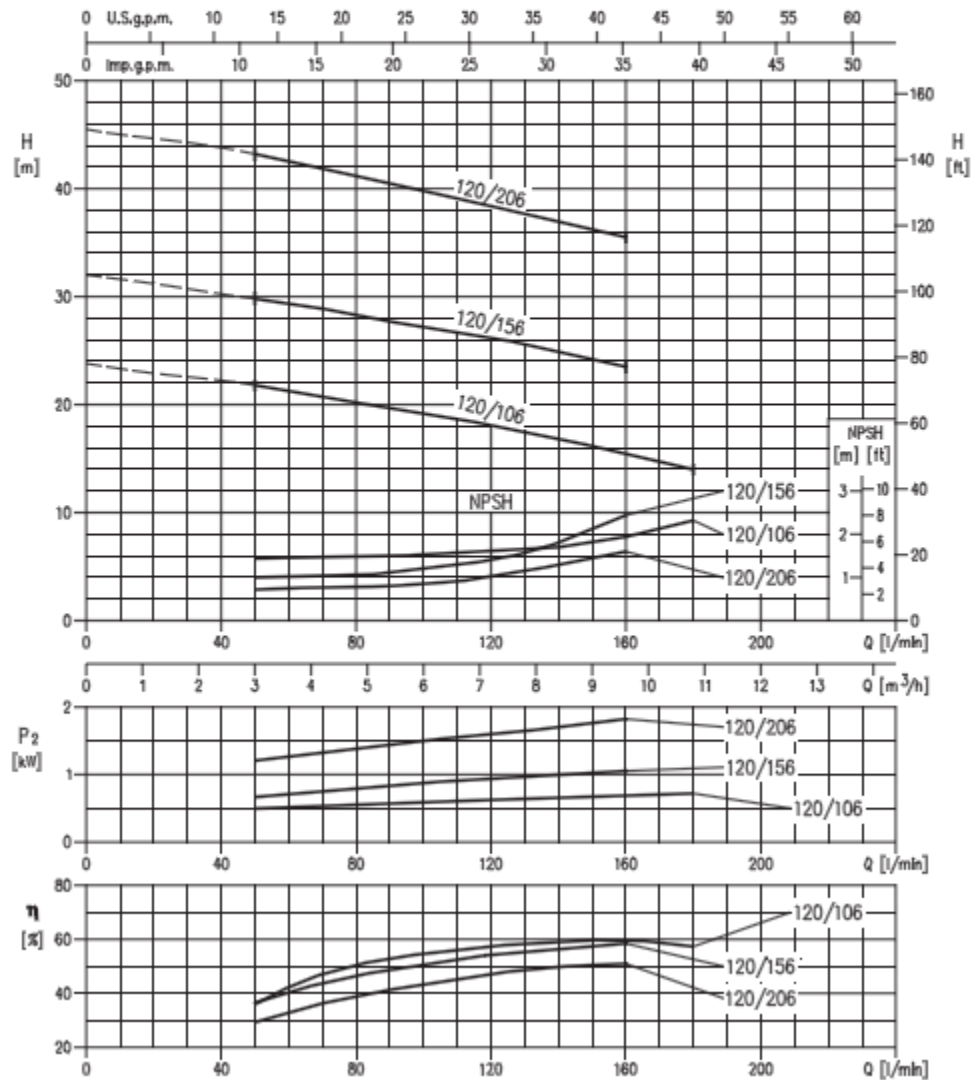
PERFORMANCE CURVES CDX 70 series (according to ISO 9906 Annex A)





CENTRIFUGAL PUMPS in AISI 304

PERFORMANCE CURVES CDX 120 series (according to ISO 9906 Annex A)



BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA TIPO TORNILLO HORIZONTAL (JABÓN DE COLOFONIA)

Offer No. 5363/0217 South America Territory, Enon									
5/24/2012	Item 1								
qty. 1	seepex progressive cavity pump BN 5-6L / A1-A7-A7-R0-GA-X X= 0804, 11R0								
Application data									
Pumped liquid	Jabón de colofonia								
Viscosity	3500 cP								
Solids content	no advice								
Size of solids	no advice								
Spec. gravity	no advice								
Temperature	30 oC								
pH value	no advice								
Composition/Concentr.	no advice								
Kind of operation	8h/day								
Site of installation	indoors								
Remarks	-El cliente debe verificar las condiciones de operación dado que algunas de ellas no fueron informadas. -En caso que estas condiciones impliquen algún requisito que afecte nuestra selección, nos reservamos el derecho de adaptar nuestra selección y nuestro precio.								
Performance data									
	<table style="display: inline-table; border: none;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Flow rate</th> <th style="text-align: left;">Pressure</th> <th style="text-align: left;">Speed</th> <th style="text-align: left;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>18 USGPM</td> <td>3.45 bar</td> <td>305 rpm</td> <td>norm</td> </tr> </tbody> </table>	Flow rate	Pressure	Speed		18 USGPM	3.45 bar	305 rpm	norm
Flow rate	Pressure	Speed							
18 USGPM	3.45 bar	305 rpm	norm						
Starting torque	33 lb.ft								
Max. power absorbed	1.11 HP								
Suction pressure	ass. flooded								
Discharge pressure	3.45 bar								
Differential pressure	3.45 bar								
NPSH required	7.94 ft								
Remarks	seepex Inc se reserva el derecho de modificar las especificaciones y los precios de las bombas basados en información adicional de la aplicación y/o compatibilidad química recibida luego de presentar la oferta. Es responsabilidad del cliente asegurarse que la bomba especificada en esta oferta cumple todos los criterios necesarios de funcionalidad para la aplicación y la compatibilidad química. TENGA EN CUENTA QUE LA COMPATIBILIDAD QUIMICA NO ESTA CUBIERTA POR LA GARANTIA. Tolerances according to seepex standards.								
Materials and executions									
Installation	horizontal								
Rotation	counter clockwise (left)								
Lantern / drive casing	lantern, standard								
Lantern / drive casing material	EN-JL-1040 (grey cast iron 25)								
Wetted casing parts	standard								

Offer No. 5363/0217
South America Territory, Enon

Wetted casing parts material	EN-JL-1040 (grey cast iron 25)
Joint execution	encapsulated (closed) joints with universal joint sleeve
Joints material	standard
Universal joint sleeve material	EPDM - ethylene-propylene diene
Coupling rod	standard
Coupling rod material	1.4571 / 316 TI SS
Rotor	standard
Rotor material	1.4571 / 316 TI SS
Rotor coating	without
Stator	standard
Stator material	EPDM - ethylene-propylene-diene
Shaft sealing	mechanical seal, single acting elastomer bellows, either sense of rotation, unbalanced
Shaft seal casing material	1.4408 / CF8M / 316 SS
Shaft seal material	rotating seal face: SiC solid stationary seal face: SiC solid elastomers: FPM spring: 1.4571 / 316 TI SS metal parts: 1.4571 / 316 TI SS
Plug-in shaft	standard
Plug-in shaft material	1.4571 / 316 TI SS
Pump screw fitting	standard
Painting	standard RAL 5013 (blue)

Connections

Branch / hopper position	branch / hopper position 1
Casing parts connections	suction connection flange drilled to ANSI B16,5: DN 2½" ANSI B16,5 150lbs discharge connection flange drilled to ANSI B16,5: DN 2" ANSI B16,5 150lbs

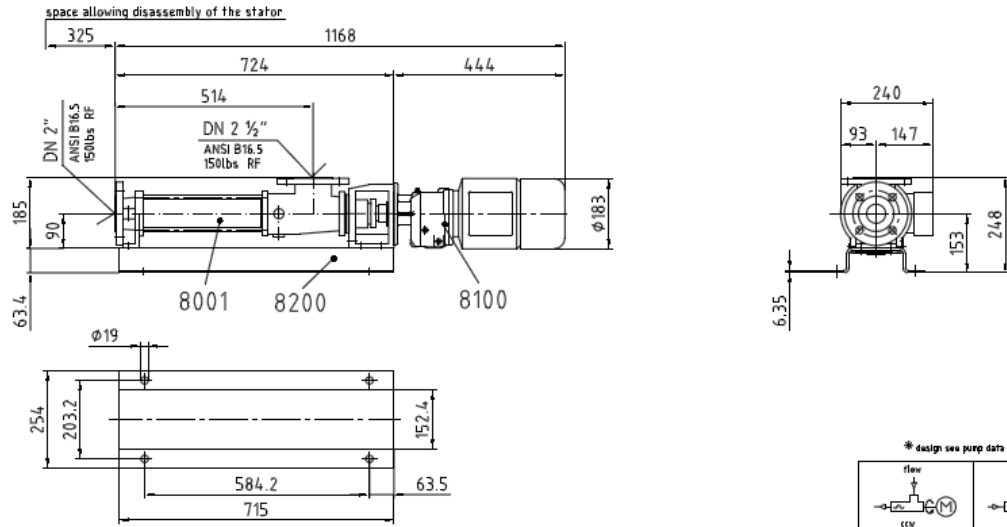
Drive

Type	Geared motor
Manufacturer	Nord
Type	SK02F/90S4
Design	B5
Gear ratio	i = 6.57
	Nom.
Output speed (rpm)	304
Motor speed (rpm)	1690
Frequency (Hz)	60
Electr. motor	
Rated output	1.5 HP
Rated speed	1690 rpm
Starting	DOL (direct on line)
Voltage	3 x 230/460V
Frequency	60 Hz
Enclosure	IP55
Thermal class	F
Efficiency class	IE1

Baseplate

Baseplate	baseplate for block pump
Baseplate material	carbon steel, painted
Baseplate options	side feet

Copyright: This drawing is our property and patented for us according to the law of copyright and associated rights |



1	baseplate:	8200		Var: 801-200/0020-C-100	12
1	drive: Nord Sk02F-90S	8100			24
1	pump: BN 2-12 / 5-6L	8001			24
Quant.	Denomination	Item	Material	Note	Weight / kg

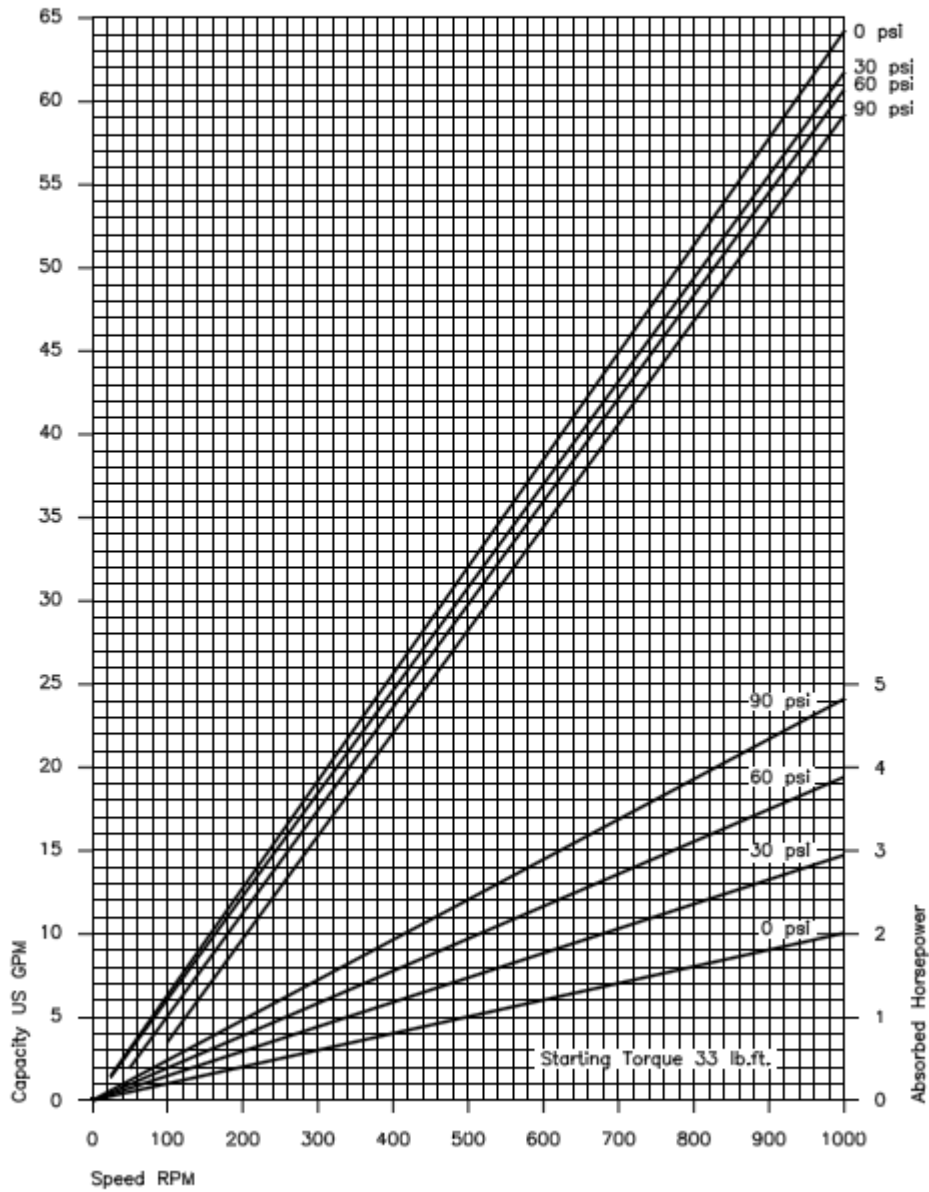
seepex.com

seepex, Inc.
511 Speedway Drive
Enon, OH 45523
www.seepex.com

2003	Name	Day	Scale	Weight	Denomination
Drawn	her	12.12.	1:10	60 kg	dimensional drawing
Checked	kOS	12.12.	EOP-No.		Drawing-no.
			L:\L.fdz\chng.595\59857.dwg		262-C18/0020-C-148A4



changes of dimenstions reserved

Characteristic Curves
Size
5-6L




Values based upon water 68°F ; For notes on drive selection refer to PER

ANEXO L. BOMBA DOSIFICADORA

GOLDSTONE TOOLS		Our principle: Faith moves mountains			
ADD:	Western City Industrial Area, Yongkang, Jinhua, Zhejiang, China (321300)	TO:			
Contact: Jack Gold	Mobile: +86 15314989631	Date:	18-may		
Tel: +0086 579 87135680	Fax: +0086 579 87127522	Expiry Date:	30days		
Skype: goldstonetools	MSN: sales@goldstone-tools.com	Payment Terms:	T/T 30% In Advance		
E-mail: sales@goldstone-tools.com		MOQ:	50pcs		
Website: www.goldstone-tools.com http://goldstonechina.en.alibaba.com					
Model: GS-EQ-PK220	Specification	Packing info.	FOB Ningbo		
	Voltage	AC220V 50HZ (±10%)	Packing	1set/carton	
	Rated Power	550W	Outer Carton	37x30x32 cm	
	Speed Range	2800rpm	G.W./N.W.	17/16kg	
	Max suction	5m			
	Max lift	15m			
	Pump flow rate	20-60 L/min			
	Meter flow rate	20-120 L/min			
	Meter precision	±1%			
	Max pressure	3 bar			
	Inlet/outlet port fitting	1"BSPT			
	Relief valve	Yes	MOQ	50pcs	
	Delivery hose	Rubber hose 3/4"x4m	DELIVERY TIME	30days	
<p>Ideal for fueling diesel and kerosene on construction machinery fields.</p> <p>Cast iron material for pump body and pump head.</p> <p>With manual diecel gun 3/4"NPT and 4m x 3/4" rubber hose.</p> <p>The 220v diesel pump has passed strict heat resistance and earthquake resistance test.</p> <p>The protection grade reached to IP-55.</p> <p>It's of great self-sucking strength and swift fueling.</p> <p>The meter is easy to assemble, adjust and return to zero.</p>					
			\$90,87		

ANEXO M. COTIZACIONES

COTIZACIONES BOMBAS CENTRIFUGAS

COTIZACIÓN		Pg.: 1/	Versión 1 - 20/01/2011		
	HIDROMECAICA ANDINA SAS. Diagonal 115A No. 60 – 15, Bogotá - Colombia Tel: (1) 6178081 – 6240621 Fax: (1) 6177296 www.ebaracolombia.com NIT. 800.210.716-8	Cotización No.: QL-12055	Su Ref:		
		Fecha: Febrero 15 de 2012	Fecha:		
Srs: FARMACEUTICOS VETERINARIOS Atn. Ing. Paola Caballero Bucaramanga		Proyecto / Nota:			
Plazo de Entrega: Inmedita		Forma de Pago: contado para el despacho.			
Lugar de Entrega: Bogota		Validez de la Oferta: 20 Dias			
Item	Descripción	Cant.	Un	Pr. Unit	Pr. Total
001	Bomba Centrifuga Ebara Modelo: CDX 120/106 Q: 72 Lts/min H: 21 Mts 1Hp 220/440 vol/trifasica/60Hz/2 Polos temperatura Maxi. 20°C - 30°C Fluido: Acido Sulfonico succion de 11/4", descarga 1" Materiales: - Carcaza, Impulsor, difusor de la bomba 304 - Sello mecanico: Carbon/Ceramica/NBR - Eje inox. 303	1		\$ 986,000	\$ 986,000
Subtotal					986,000
IVA 16%					157,760
Valor Total					1,143,760
Notas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Ver especificaciones Tecnicas anexas 2. Los equipos Ofrecidos son estandar EBARA 3. Nuestra cotizacion no incluye: Tornillos de anclaje, valvulas, obras civiles, montaje en campo y ningun otro 4. Inspeccion y Ensayos: <ol style="list-style-type: none"> A. Nuestra inspeccion normal antes de embarque sera final. B. No se incluye plazo y costos de inspeccion de terceros 5. EBARA Hidromecanica andina no sera responsable por perjuicios y daños que puedan ocurrir durante el transporte y entrega. 					
Hidromecanica Andina SAS Ing. Luz Marina Martinez P. Gerente de Ventas Nacional					

COTIZACIÓN

Pg.: 1/

Versión 1 - 20/01/2011



HIDROMECAANICA ANDINA SAS.
 Diagonal 115A No. 60 – 15, Bogotá - Colombia
 Tel: (1) 6178081 – 6240621 Fax: (1) 6177236
 www.ebaracolombia.com
 NIT. 800.210.716-8

Cotización No.:

QL-12056

Su Ref:

Fecha: Abril 12 de 2012

Fecha:

Srs: FARMACEUTICOS VETERINARIOS

Atn. Ing. Paola Caballero

Bucaramanga

Plazo de Entrega:

Inmediata

Proyecto / Nota:

Forma de Pago:

contado para el despacho

Lugar de Entrega:

Bogota

Validez de la Oferta:

20 Dias

Item	Descripción	Cant.	Un	Pr. Unit	Pr. Total
001	Bomba Centrifuga marca Ebara Modelo: CDX 70/076 M Q: 80 Lts/min H: 17 Mts 3/4Hp 110/115vol/Monofasica/60Hz/2 Polos succion de 11/4" Descarga de 1" Materiales: - Carcaza,Impulsor y difusor en inox. 304 - Eje inoxidable 303 - Sello mecanico: Carbon/Ceramica/NBR	1		\$ 779,500	\$ 779,500

Subtotal	779,500
----------	---------

IVA 16%	124,720
---------	---------

Valor Total	904,220
-------------	---------

- Notas:
1. Ver especificaciones Tecnicas anexas
 2. Los equipos Ofrecidos son estandar EBARA
 3. Nuestra cotizacion no incluye: Tornillos de anclaje, valvulas,obras civiles,montaje en campo y ningun otro
 4. Inspeccion y Ensayos:
 - A. Nuestra inspeccion normal antes de embarque sera final.
 - B. No se incluye plazo y costos de inspeccion de terceros
 5. EBARA Hidromecanica andina no sera responsable por perjuicios y daños que puedan ocurrir durante el transporte y entrega.

Hidromecanica Andina SAS
 Ing. Luz Marina Martinez P.
 Gerente de Ventas Nacional

COTIZACIÓN BOMBA DE CAVIDAD PROGRESIVA MARCA SEEPEX

seepex.com all things flow		seepex, Inc. 511 Speedway Drive Enon, OH 45323 Phone (937) 884- Fax (937) 884-71 www.seepex.com sales@seepex.ne																
To <hr/> FHARMAVICOLA <hr/> Attention <hr/> Paola Caballero <hr/> Reference <hr/> Su referencia Bomba para jabón de colofonia Nuestra Oferta No. 5363/0217	Telefax number <hr/> 57-3158170665 <hr/> Number of pages <hr/> 2 + 09 <hr/> Reference number <hr/> Sender <hr/> Paolo Seni <hr/> Date <hr/> Mayo 24, 2012																	
Gracias por su solicitud, tenemos el agrado de presentarles nuestra oferta.																		
<u>Offer No.5363/0217</u>																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Item</th> <th style="width: 40%;">Reference</th> <th style="width: 10%;">Quantity</th> <th style="width: 10%;">Type</th> <th style="width: 30%;">Precio por unidad / USD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Pump to handle jabon de colofonia</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>BN 5-6L</td> <td style="text-align: right;">us\$2,941.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Pump to handle jabon de colofonia</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>BN 5-6LS</td> <td style="text-align: right;">us\$3,354.00</td> </tr> </tbody> </table>				Item	Reference	Quantity	Type	Precio por unidad / USD	1	Pump to handle jabon de colofonia	1	BN 5-6L	us\$2,941.00	2	Pump to handle jabon de colofonia	1	BN 5-6LS	us\$3,354.00
Item	Reference	Quantity	Type	Precio por unidad / USD														
1	Pump to handle jabon de colofonia	1	BN 5-6L	us\$2,941.00														
2	Pump to handle jabon de colofonia	1	BN 5-6LS	us\$3,354.00														
<hr/> Términos y condiciones																		
Tiempo de Entrega:		Aproximadamente de 3 a 4 semanas.																
Términos de Envío:		FCA Enon, Ohio.																
Términos de Pago:		Pago por anticipado o carta de crédito. Si el pago es por anticipado vía transferencia bancaria; por favor adicione \$50 dólares a la Orden de Compra para cubrir costos de transferencia bancaria. Si el pago es mediante Carta de Crédito, por favor adicione 2% del valor de venta o us\$1500 mínimo a la Orden de Compra por gastos bancarios.																
Términos de Precios:		Precios en Dólares Americanos neto.																
Precios Firmes por:		Sesenta días.																

COTIZACIONES TUBERÍA Y ACCESORIOS



TUVACOL S.A.

TUBERIAS Y VALVULAS
DE COLOMBIA

Nit: 806014553-6
CALLE 60 # 16 -28 KM 5 VIA GIRON
TUVACOL S.A (BUCARAMANGA)
PBX: 6461501 FAX 6464600
tuvacolbga@tuvacol.com

SOMOS GRANDES CONTRIBUYENTES RESOLUCION No. 1052 DEL 16 DIC 2009
SOMOS AUTORE TENEDORES DE RENTA SEGUN RES. No. 0881 DEL 17 OCT 2003
SOMOS AGENTE DE RETENCION DEL IMPUESTO SOBRE LAS VENTAS RESOLUCION
No. 0010 DE 2005 PZ 2003

Ciente

FARMACEUTICOS VETERINARIOS DE SANTANDER S.A.
Nit: 804010612 - 7
Direccion:
KM7 # 16-136 BOD 10 VIA GIRON
Telefono: 6466670
Contacto: CLAUDIA PATRICIA TAVERA RUIZ

Cotización a Cliente

Numero: 9631
Fecha: 10/Apr/2012
Dias de validez: 5
Vendedor: 705

No	Codigo	Cantidad	Unid.	Descripcion del producto	Vr. Unitario	Dto.	Iva	Valor total
1	45420050	5.80	MTS	TUBERIA A/INOX 304L/SCH-40 DE 1' ENTREGA INMEDIATA	24,000		16	139,200
2	45420070	5.80	MTS	TUBERIA A/INOX 304L/SCH-40 DE 1.1/2' ENTREGA INMEDIATA	45,000		16	261,000
3	45420080	5.80	MTS	TUBERIA A/INOX 304L/SCH-40 DE 2' ENTREGA INMEDIATA	65,000		16	377,000

No se aceptan devoluciones despues de 3 dias de despachada la mercancia

Mercancia Puesta en Plataforma Camión

Observaciones:

FORMA DE PAGO: CONTADO
INCREMENTAR IVA DEL 16%

Valor Mercancia	777,200
(-) Descuento	
Subtotal	777,200
Fletes	
(+) Iva	124,352
(-) ReteFuente	
(-) Reteloa	
(-) Retelva	
Total General	901,552



NIT : 890 106 278-6

BUCARAMANGA
 CARRERA 27 No 55 - 16
 PBX: (7) 6571556
 FAX:(7)6437778
 E-mail: gerenciacomercialbuc@casaval.net



COTIZACIÓN No. 20120026

Viernes, 20 de Abril de 2012

SEÑORES FHARMAVICOLA S.A..

DIRIGIDO A : [ING. PAOLA](#)

CORREO ELECTRÓNICO: ing.paola.caballero@gmail.com

Nit: 804010612-7

ENTREGA: VER COLUMNA
 VALIDEZ: 15 DÍAS
 F. PAGO: CRÉDITO 30 DÍAS
 SITIO ENTREGA:

ÍTEM	CANT	UNID	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	MARCA	TIEMPO ENTREGA	VR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	10	UNID	CODO AC 1 1/2" X 90º ROSC. X 3000	ACC1012	CANADA	INMEDIATO	\$ 20.700	\$ 207.000
2	2	UNID	CODO AC 1" X 90º ROSC. X 3000	ACC1008	CANADA	INMEDIATO	\$ 8.300	\$ 16.600
3	4	UND	VAL. P/D AC 1 1/2" ROSCA X 800	VB4650	BONNEY	INMEDIATO	\$ 190.800	\$ 763.200
4	1	UND	VAL. P/D AC 1" ROSCA X 800	VB4600	BONNEY	INMEDIATO	\$ 93.300	\$ 93.300
5	2	UND	CHEQUE P/D BRONCE ROSCA 1 1/2" X125	CH2000	SMITH	INMEDIATO	\$ 64.100	\$ 128.200

Material disponible para entrega inmediata.

SUBTOTAL	\$	1.001.300
MÁS IVA 16%	\$	160.208
TOTAL	\$	1.161.508

Materiales sujetos a rotación de inventarios y/o Venta previa

Cordialmente,
ING. NATALIA CARRILLO C
 3174328538
 ASESORA COMERCIAL
ventasbuc1@casaval.net



COTIZACIÓN TANQUE DE AGITACIÓN



**INGENIERIA FABRICACION &
MONTAJES METALMECANICOS S.A.**
NIT: 900.229.321 – 9

IFM-RP-130-FR-001

R. 00

Bucaramanga, 8 de Mayo de 2.012

COTIZACION # F-1099

Ingeniera
Paola Caballero
Depto de Pccion
Pharmavicola
Bucaramanga

Cordial Saludo.

Con la presente me permito poner a su consideración nuestra mejor propuesta para la fabricación de un tanque en acero inoxidable según planos suministrados así:

CUADRO DE COSTOS

ITEM	DESCRIPCION	CANT	VR/UNITARIO	VR/TOTAL
1	Fabricacion de un tanque en acero inox 304 calibre 1/8" según informacion suministrada con capacidad para 1000 lts, con fondo torisferico y tapa plana.	1	6.500.000	6.500.000
Sub Total				6.500.000
IVA 16%				1.040.000
Total				7.540.000

SON: Siete Millones Quinientos Cuarenta Mil Pesos Mcte.

CONDICIONES COMERCIALES

1. Tiempo de entrega: 3 semanas después de recibida la orden de compra.
2. El valor del IVA. se cobrará el vigente, en el momento de facturar.
3. Sitio de Entrega: Instalaciones de FM S.A.
4. Validez de la oferta: 30 días
5. Forma de pago: Credito a 30 dias.

En espera de sus comentarios,

Atte.

Fabio Fernando Albarracín L.
Gerente Administrativo.

Calle 16 # 19-64 PBX 6712350 FAX 6712351
Móvil 316 742 5777 - 313 866 1592

ANEXO N. ANÁLISIS ECONÓMICO

Tabla 44. Valor horas empleados

PERSONAL	CANTIDAD	VALOR/HORA
Ingeniero	1	8525
Asistente	1	6655
Operario	1	5031
TOTAL	3	20211

Tabla 45. Tiempo de fabricación (mecanizado)

FABRICACIÓN	TIEMPO HORAS
Agitación	40
bombeo	6
aseo	45
Total	1,5

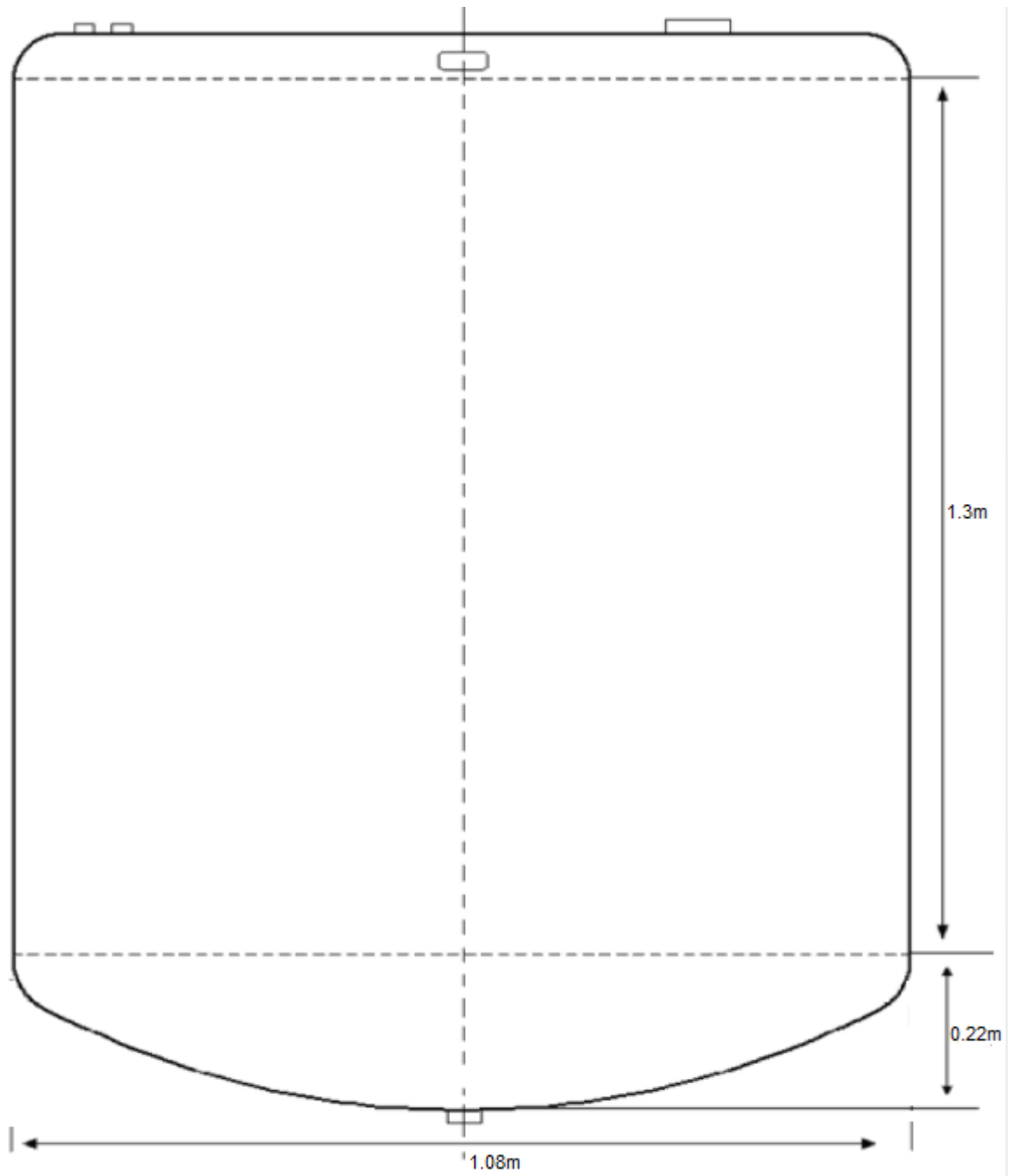
Tabla 46. Envasado (mecanizado)

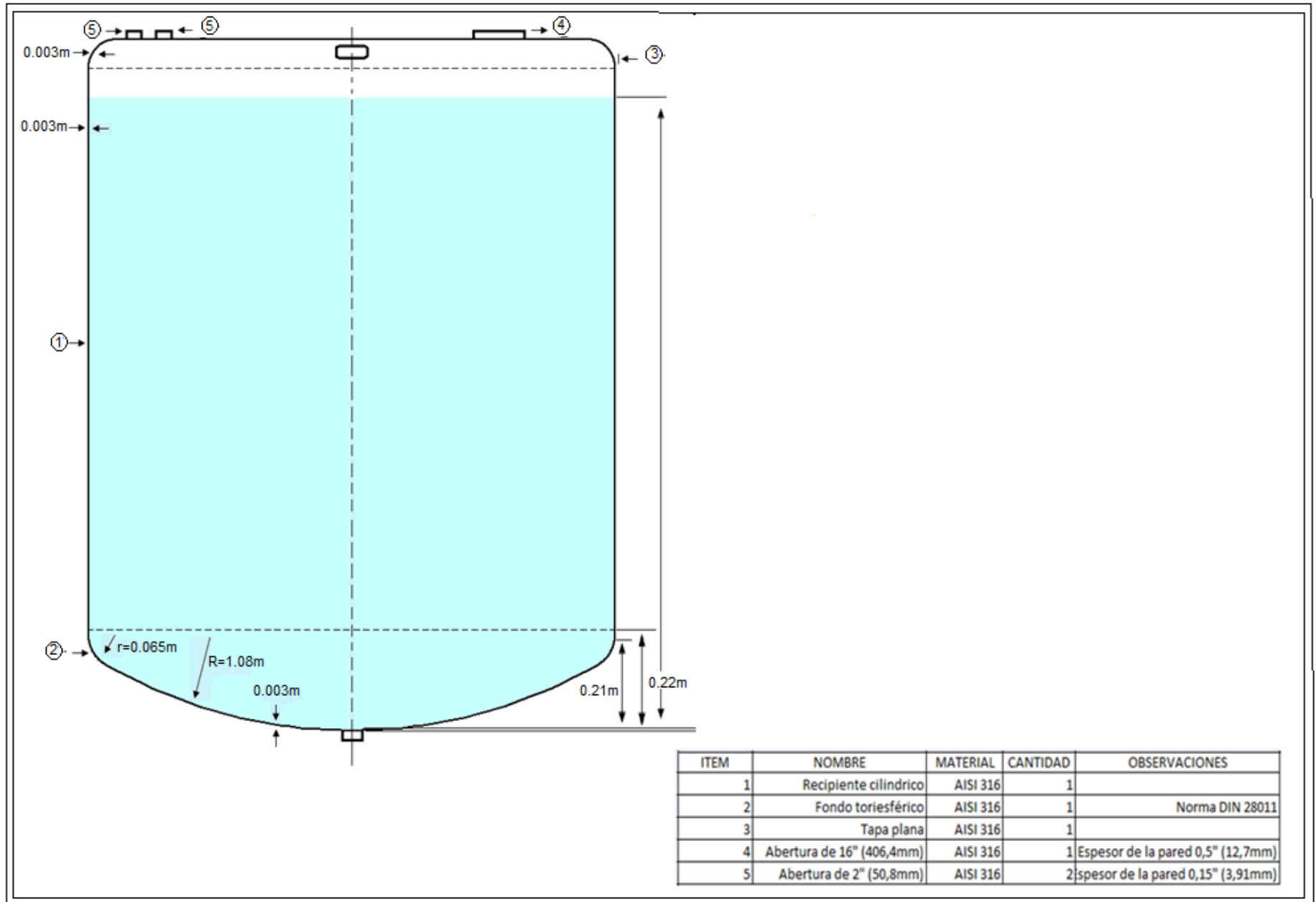
ENVASADO	TIEMPO HORA
Envasado	60
etiquetado	45
TOTAL	1,75

Tabla 47. Tiempos en sistema actual

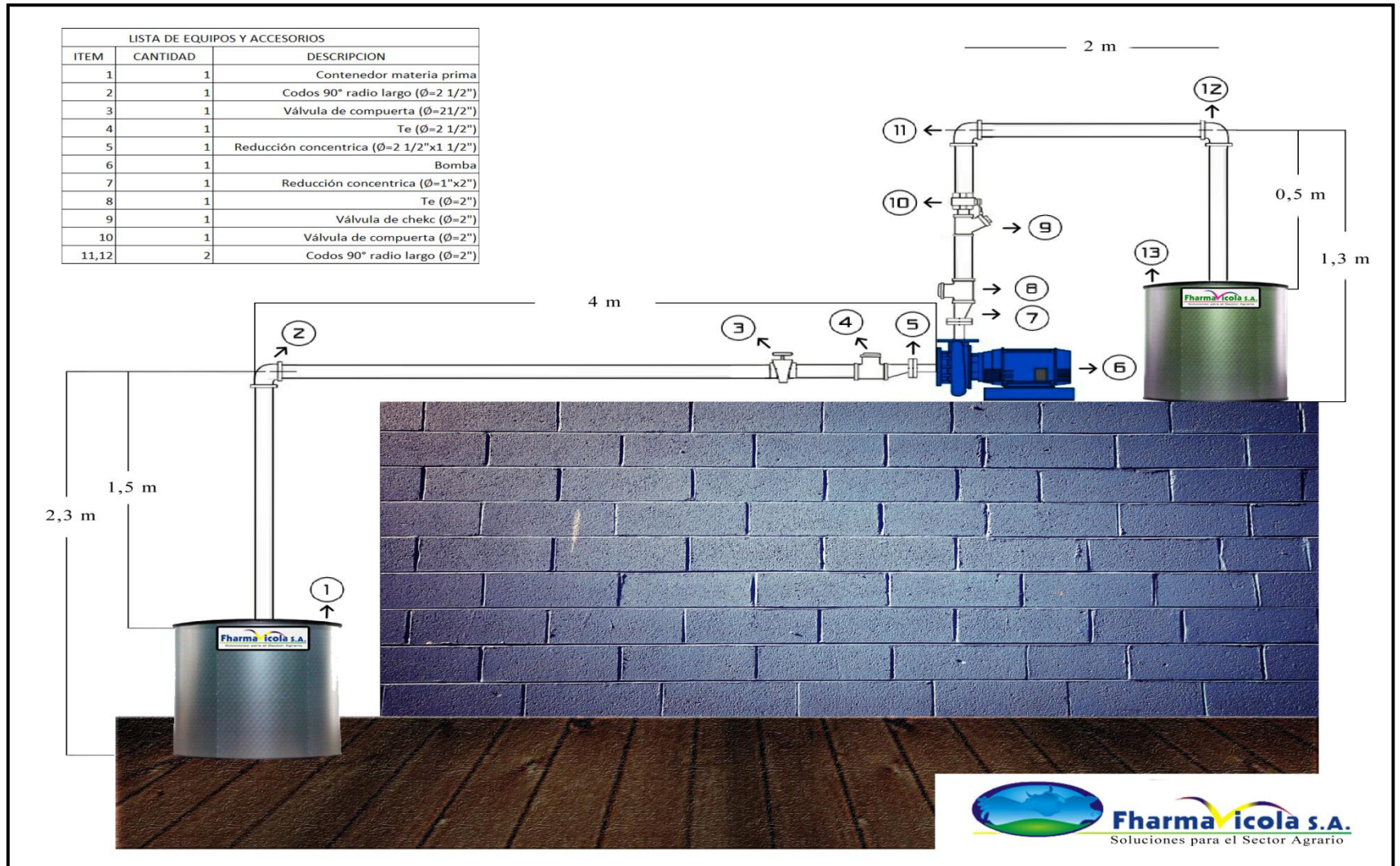
SISTEMA. ACTUAL	HORAS
Fabricación	5,5
Alistamiento operario	0,3
Envasado/embalaje	4
TOTAL	9,8

ANEXO O. PLANOS TANQUE

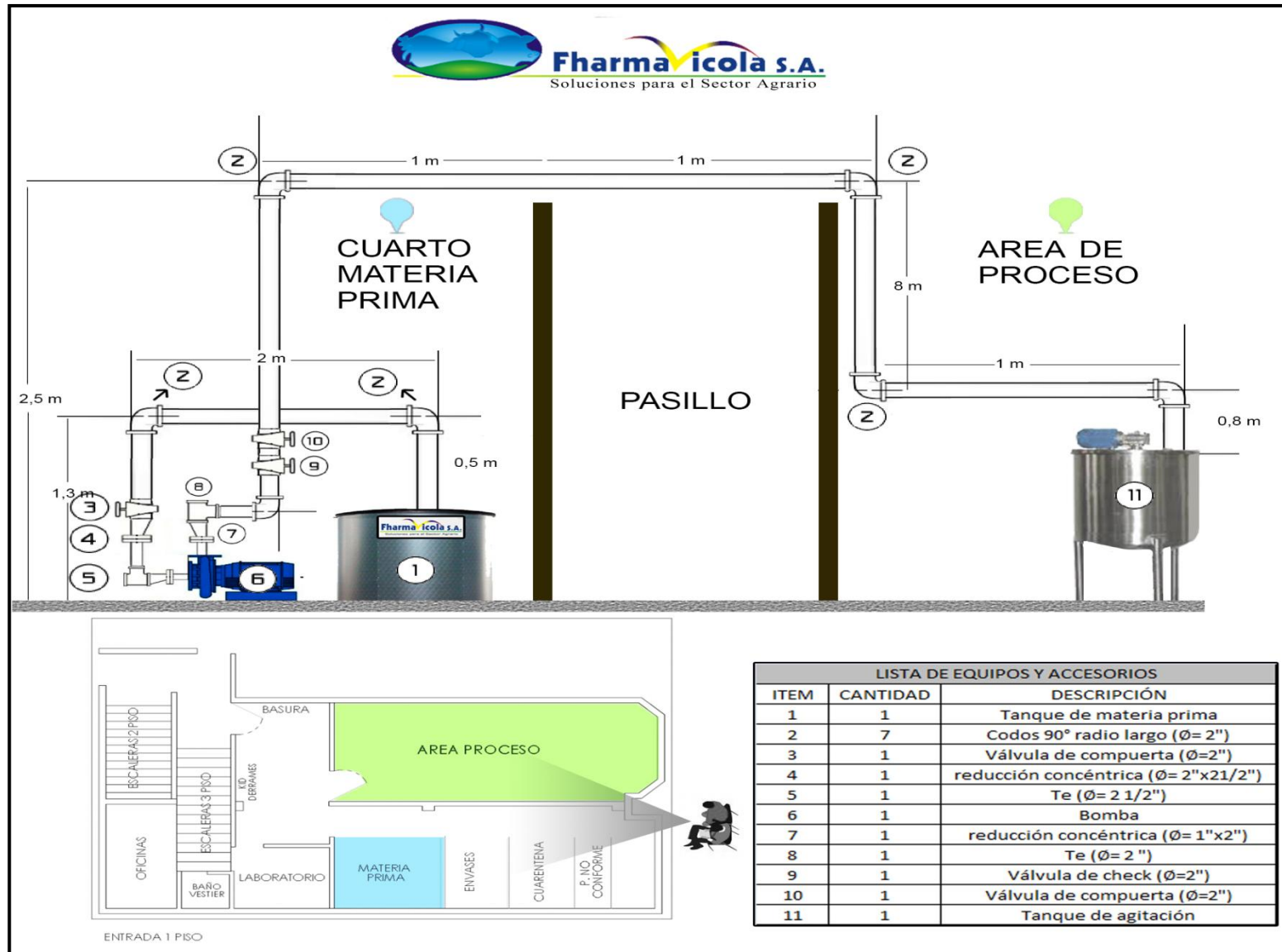




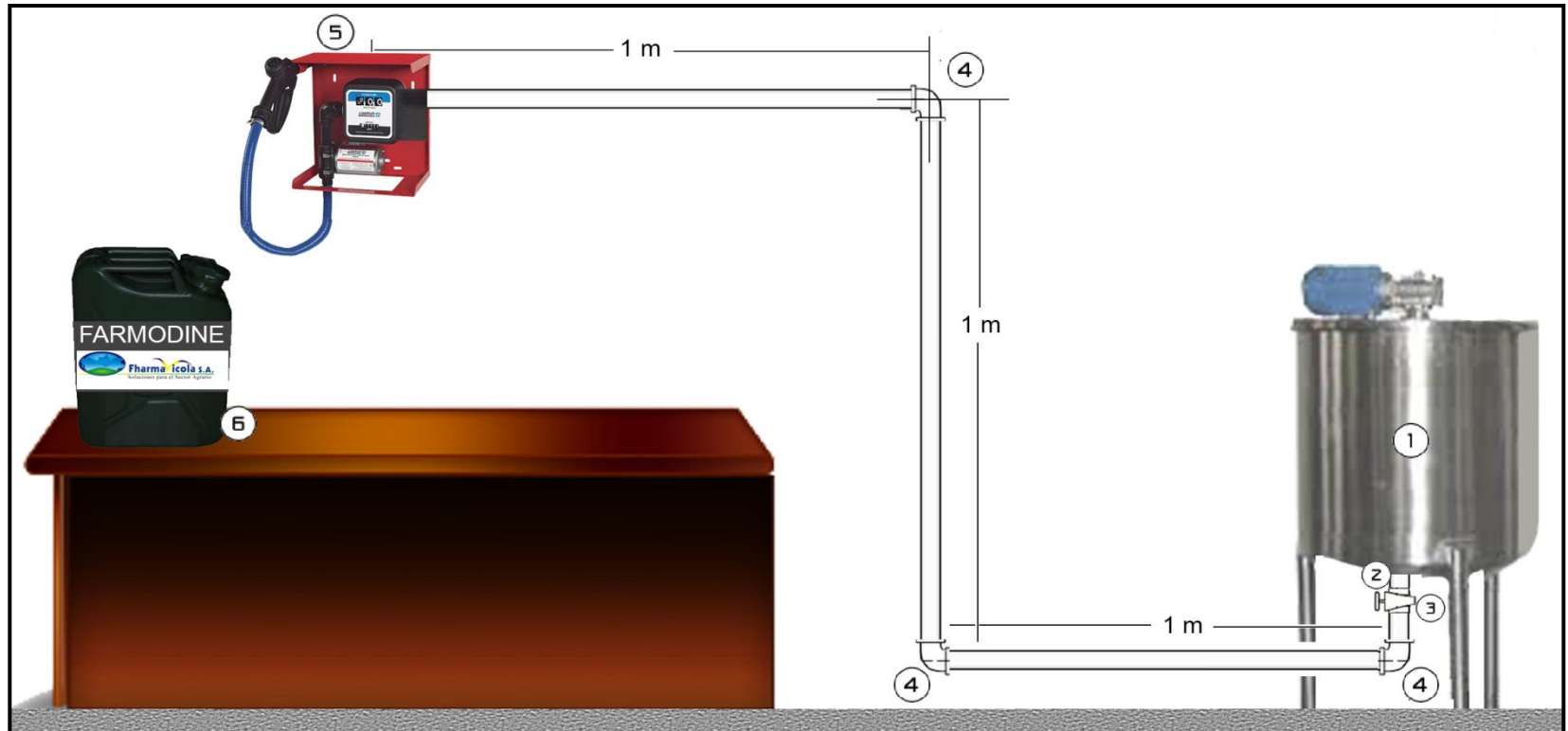
ANEXO P. PLANOS SISTEMAS DE BOMBEO RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS



TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS AL TANQUE



SISTEMA DE ENVASADO



LISTA DE EQUIPOS Y ACCESORIOS		
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	Tanque de agitación
2	1	Reducción concéntrica ($\varnothing=2''\times 1''$)
3	1	Válvula de compuerta ($\varnothing=2''$)
4	3	Codos 90° radio largo ($\varnothing=1''$)
5	1	Bomba dosificadora
6	1	Envase de producto

