

Oriol Pombo Chorto

**COMPRA, TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y
DISTRIBUCIÓN, DE UNA SUSTANCIA DEDICADA COMO
COMPLEMENTO DE LA ALIMENTACIÓN ANIMAL**

Trabajo Fin de Máster

Dirigido por el Dr. Mañé Loran, Josep Enric

Máster en Ingeniería Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2016

Índice

1	Introducción.....	6
2	Objetivo.....	7
3	Alcance.....	7
4	Emplazamiento.....	8
5	Productos a almacenar.....	9
5.1	Alimet®.....	9
5.1.1	Propiedades físicas y químicas.....	10
5.2	Glicerina.....	10
5.2.1	Propiedades físicas y químicas.....	11
5.3	Ácido acético.....	11
5.3.1	Propiedades físicas y químicas.....	11
6	Guía APPCC.....	12
6.1	Equipo de trabajo.....	12
6.2	Descripción del producto.....	12
6.3	Diagrama de flujo.....	12
6.4	Los 7 principios del Sistema APPCC.....	13
6.4.1	Principio 1: Análisis de peligros y medidas preventivas.....	13
6.4.2	Principio 2: Determinación de los puntos de control crítico.....	15
6.4.3	Principio 3: Establecimiento de límites críticos.....	16
6.4.4	Principio 4: Sistema de vigilancia puntos de control críticos.....	16
6.4.5	Principio 5: Adopción de medidas correctoras.....	17
6.4.6	Principio 6: Comprobación del sistema.....	18
6.4.7	Principio 7: Sistema de documentación y registro.....	19
7	Operaciones logísticas.....	20
7.1	Estudio de mercado.....	20
7.1.1	Análisis de la demanda.....	21
7.1.2	Análisis de la oferta.....	23
7.1.3	Análisis de la comercialización.....	24
7.2	Modelización suministro Alimet®.....	24
7.2.1	Desarrollo técnico.....	25

8	Operaciones planta	27
8.1	Descarga de buque a tanques almacenamiento.....	27
8.1.1	Sistema de vaciado de tuberías.....	29
8.2	Carga de camiones cisterna.....	29
8.2.1	Operación de carga del camión:	29
8.3	Trasiego de productos entre tanques almacenados	29
9	Layout de las instalaciones	30
9.1	Distancia entre instalaciones fijas	31
9.1.1	Coefficientes de reducción	31
9.2	Distancia entre tanques	33
9.3	Características del terreno.....	34
9.4	Red de drenaje y efluentes	34
9.5	Cimentaciones de los tanques	35
9.6	Cubetos de retención.....	36
9.6.1	Altura cubetos	37
9.6.2	Construcción y disposición de cubetos.	39
9.7	Foso de bombas.....	40
9.7.1	Selección bomba.....	40
9.8	Recipientes de almacenaje	47
9.8.1	Justificación volumen tanques.....	48
9.8.2	Características constructivas	48
9.8.3	Espesores del cuerpo	49
9.8.4	Espesor fondo tanque	52
9.8.5	Techos. Diseño y espesores.	54
9.8.6	Perfil de coronamiento techos cónicos	56
9.8.7	Prueba hidráulica del tanque.....	57
9.8.8	Control de nivel tanque	59
9.8.9	Venteos	61
9.8.10	Drenes y sumideros	63
9.8.11	Escaleras y plataformas.....	63
9.9	Zonas de descarga	63
9.10	Red abastecimiento agua potable	64
9.11	Vallado.....	64
10	Protección contra incendios en instalaciones fijas de superficie	64

10.1	Protección con agua.....	65
10.2	Sistema de bombeo contra incendios.....	66
10.3	Protección con espuma.....	67
10.3.1	Concentrado de espumas.....	68
10.4	Extintores.....	68
10.5	Alarmas.....	69
10.6	Equipos auxiliares.....	69
11	Medio ambiente.....	69
11.1	Tratamiento de aguas con carbón activo.....	70
12	Estudio económico.....	72
12.1	Coste materia prima.....	72
12.2	Coste transporte.....	72
12.3	Coste almacenaje.....	73
12.4	Coste distribución.....	73
12.5	Ingresos.....	74
12.6	Rentabilidad.....	74
13	Conclusiones.....	76
14	Bibliografía.....	77
15	Anexos.....	78
15.1	Diagrama descarga de buque.....	
15.3	P&iD Carga de cisternas.....	
15.4	Layout planta.....	
15.5	Layout redes de drenajes.....	
15.6	Layout red contra incendios.....	
15.7	Desarrollo escalera tanque.....	
15.8	Ficha técnica y de seguridad Alimet®.....	
15.9	Ficha técnica y de seguridad Glicerina.....	
15.10	Ficha técnica y de seguridad Ácido Acético.....	
15.11	Ficha técnica acero inoxidable AISI 316L.....	
15.12	Ficha diámetros tuberías AISI 316L.....	
15.13	Hoja especificaciones Johnson pump.....	
15.14	Hoja selección pérdidas de carga tubería.....	
15.15	Gráficos pérdidas de carga.....	

RESUMEN

La logística desempeña un papel muy importante en la cadena de valor durante el suministro de mercancías. Las terminales portuarias son puertos dedicados a la transferencia de cargas a granel líquidas mediante un séquito de infraestructuras que permiten realizar las operaciones necesarias para garantizar la satisfacción por parte de los usuarios y los clientes.

El presente proyecto muestra el desarrollo técnico necesario para el diseño de las áreas relacionadas con el almacenamiento y distribución de graneles líquidos. Se definen los parámetros implicados en el mantenimiento de la calidad del producto, a partir de los condicionantes legales y técnicos que implican la manipulación de productos que derivan a la cadena alimentaria humana.

Asimismo, se definen el modelo de aprovisionamiento y suministro de mercaderías en función de la capacidad de demanda de la terminal en un ciclo anual. Mediante un análisis de la logística de mercado para constatar las oportunidades de mercado a nivel nacional.

Finalmente se evalúa el cómputo total de costes de la cadena de suministro de todos los costes asignables imputados en las actividades de transporte, almacenaje y distribución del producto hasta el consumidor final. A partir del estudio económico del margen de beneficio obtenido en la terminal de graneles líquidos.

1 Introducción

El desarrollo de actividades que conllevan la cadena de suministro de cualquier producto se impulsa por el ámbito económico mundial marcado por la globalización y el aumento de las transacciones entre los países. La logística desempeña un papel fundamental en relación con las empresas productoras de bienes, se ha convertido en uno de los sectores claves, así como en el sector de los transportes.

Inusual es la actividad que no tenga involucrada un periodo de aprovisionamiento y/o distribución dentro de su estructura. El transporte marítimo, en especial de líquidos granel, ha extendido sus límites en la creación de nuevos mercados al mover grandes cantidades de materia prima y entre otras mercancías también mueve la economía mundial. De este modo se reafirma el potencial de los grandes países que exportan e importan grandes cantidades de mercancía.

Asimismo la explotación portuaria tiene como objetivo fundamental conseguir la transferencia de mercancías entre los medios de transporte marítimos y terrestres de una forma lo más económica y rápida posibles. Debido a la gran variedad de buques de carga y de mercancías. Los puertos se han especializado dando lugar a zonas diversificadas para las diferentes cargas que reciben, conociéndose estas zonas como terminales portuarias.

Las terminales están en puertos especializados en el manejo de carga granel líquido la cual es cargada o descargada en buques mediante bombas. Disponen en tierra de grandes tanques de almacenamiento para sus productos líquidos ya sean productos químicos, combustibles o hidrocarburos.

Es fundamental que tanto las operaciones de las mercancías almacenadas, como la ejecución de las actividades mediante las infraestructuras disponibles, se realicen de forma planificada y ordenada. Esto garantiza la consecución de los objetivos y acto seguido se garantiza alcanzar altos índices de eficiencia y satisfacción por parte de los usuarios con el fin de obtener la mayor rentabilidad posible.

2 Objetivo

El objeto del presente proyecto es definir y diseñar un modelo efectivo de gestión logística, donde se incluyen las actividades de compra, transporte, almacenaje y distribución de una sustancia dedicada como complemento de la alimentación animal. De igual forma, se proporcionará información detallada del diseño de los elementos más importantes que definen una terminal de graneles líquidos.

Es fundamental que las operaciones logísticas definan la estrategia de funcionamiento de la terminal mediante las normativas aplicables. Con las infraestructuras necesarias para la llegada y atraque de buques, descarga, carga, almacenamiento, transporte y distribución de mercancías.

Se desarrolla el modelo para la cadena de suministro que comprende el ciclo de aprovisionamiento y distribución del género. Evaluando los recursos necesarios para realizar la actividad y costes de explotación anuales. Con el fin de obtener unos resultados óptimos y lograr una correcta operación del suministro.

3 Alcance

El proyecto desarrolla la gestión de un granel líquido dedicado como complemento alimenticio animal rico en aminoácidos esenciales denominado Alimet®, con un movimiento anual de ventas de 12.400 Tm.

Se elabora un estudio de la logística del mercado de proveedores y los consumidores, analizando la producción nacional de piensos para las principales especies estableciendo un vínculo con el producto a tratar y las oportunidades de abrir nuevos mercados.

La logística eficiente permite reducir costes de almacenaje y transporte, por ello se diseña la modelización del suministro a la planta en función de la capacidad de demanda. Un factor sustancial para la gestión de aprovisionamiento y así cumplir con los niveles de servicios y de manera eficiente en costes.

La terminal portuaria está proyectada para almacenar 22.200 m³ con el propósito de justificar el desarrollo técnico en el dimensionamiento del área de almacenamiento. El proyecto se centra en las áreas de la planta dedicadas al almacenaje de Alimet® recogidas en la normativa MIE-APQ-1.

Se analizan los condicionantes que afectan al proceso de transferencia de producto, al mantenimiento de la calidad del producto y los aspectos a tener en cuenta para el medioambiente. Así como los condicionantes legales que afectan el proyecto tratándose de productos que derivan a la cadena alimentaria humana establecidos en la guía APPCC.

El estudio económico justifica el cómputo total de costes de la cadena de suministro hasta el consumidor final. El análisis fija los costes asignables a la actividad de transporte, almacenaje, distribución y la evaluación de los recursos, como los costes de explotación en un ciclo anual para la realización del trabajo. Con la finalidad de abrir y gestionar operaciones de compra y venta de manera provechosa.

4 Emplazamiento

Los factores que influyen en la determinación geográfica de plantas de almacenamiento externo, en este caso terminales en zona portuaria, corresponden de circunstancias como: los flujos de mercancías, la infraestructura de transporte, la disponibilidad de fuerza de trabajo, la disponibilidad de terrenos, el grado de cercanía al mercado, la disponibilidad de infraestructura de servicios y la legislación local.

Por todo ello, la instalación de la terminal de almacenaje de graneles líquidos se proyecta su localización en el "Muelle de la química" situado en el puerto de Tarragona, España.

Las nuevas instalaciones disponen de una superficie terrestre de entorno las 2 Ha, lo cual constituye terreno apropiado para la realización las actividades industriales, logísticas y empresariales en el área.



Figura 1. Vista aérea de la ubicación geográfica de la terminal portuaria en el Muelle de la Química en Tarragona, España.

El Puerto de Tarragona dispone del polígono químico más importante del sur de Europa. La ampliación del Muelle de la Química hace posible que haya más capacidad para almacenar en depósitos los productos que entran y salen de los polígonos industriales de Tarragona.

La terminal realiza su actividad mediante la descarga de buques con un enfoque altamente especializado ofreciendo ritmos de operación elevados y seguros. Dicho suceso incrementa la competitividad logística del puerto y de las empresas químicas que operan a nivel nacional e internacional.

5 Productos a almacenar

Los productos que serán almacenados en la terminal portuaria se pueden clasificar como productos alimentarios de clase D y productos de clase B, entendiendo que para esta última clase se comprenden los productos de las subclases tales como B1 y B2 según la clasificación de productos de la MIE-APQ-1.

Los productos se almacenarán en tanques cilíndricos verticales atmosféricos y a temperatura ambiente. Bajo el criterio de diseño de la norma API-650 con las instalaciones correspondientes y cumpliendo los requisitos de seguridad más restrictivos. Con el fin de impedir los riesgos que la construcción y la operación de las nuevas instalaciones, puedan constituir tanto para las personas como para el medio ambiente.

El principal propósito del presente proyecto es almacenar una sustancia destinada como complemento de la alimentación animal. Este producto recibirá un trato especial bajo el criterio de la guía APPCC. En base las características físicas y químicas del producto a tratar, la clase de materiales a utilizar en todas las infraestructuras que estén en contacto directo con el producto y la condición de que estas solamente podrán usarse para este complemento alimentario llamado Alimet®.

El conjunto de elementos, necesarios para el desarrollo de la actividad, gozará de algún distintivo visual para evitar posibles contaminaciones con otros productos.

Paralelamente, se establece que el producto principal del estudio irá acompañado del almacenamiento de dos productos más para acreditar el área de almacenamiento diseñado.

Se tiene previsto almacenar los siguientes productos:

- Alimet® de, clase D.
- Glicerina de, clase D.
- Ácido acético, clase B2.

En función de la situación económica del puede incorporarse algún producto diferente, aunque sus características a efectos de lo expuesto serán equivalentes.

5.1 Alimet®

El suplemento de pienso Alimet® es una fuente de ácido orgánico precursor del aminoácido metionina que se utiliza para apoyar el crecimiento y el rendimiento de las aves de corral, ganado y peces. Además de cumplir y satisfacer las necesidades de metionina animales.

Alimet® también proporciona beneficios debido a sus efectos antibacterianos y antioxidantes en la alimentación, mantiene el rendimiento de crecimiento de los animales durante el estrés por calor, ahorro de energía en las fábricas de pienso y el aumento de la ingesta de alimento.

Como suplemento alimenticio es la fuente aportación de metionina que funciona mejor. Tiene una actividad de metionina del 88% y el animal absorbe el 100% de dicho aminoácido. Los beneficios de Alimet® van más allá de lo que es una fuente de metionina, han demostrado su impacto en las mediciones de rendimiento y mantenimiento de aves de corral.

El contenido de metionina de ingredientes naturales es generalmente bajo, de manera que para cumplir con las necesidades de los animales, se debe proporcionar metionina adicional en su alimento como aditivo nutricional del pienso. La deficiencia de metionina en animales puede causar atrofia muscular, crecimiento lento, disminución de la fortaleza en los huesos e hígado graso.

Todas las fuentes de metionina no son creadas de la misma manera. Las formas y los tipos de aminoácidos disponibles comercialmente varían no sólo en la densidad de metionina, sino también en la absorción y en la respuesta diaria en los animales. La biodisponibilidad tiene una importante influencia sobre el valor nutricional total del producto aminoácido utilizado.

La forma líquida de Alimet® permite un fácil y mejor mezclado, menor mano de obra, mejores márgenes de seguridad, menor necesidad de espacio y menor presencia de polvo.

5.1.1 Propiedades físicas y químicas

La ficha técnica y de seguridad del producto se encuentra en el anexo 8.

- Estado físico: líquido de color marrón claro, olor azufre.
- Punto de ebullición: 121°C
- Punto de inflamación: 116°C
- Densidad relativa (agua = 1): 1,22
- Fórmula molecular: $C_5H_{10}O_3S$
- PH: 1
- Solubilidad en agua: miscible

5.2 Glicerina

La glicerina se obtiene principalmente de aceites y grasas como producto intermedio en la fabricación de jabones y ácidos grasos. Puede ser obtenida de fuentes naturales por fermentación o, por ejemplo, melaza de remolacha azucarera en la presencia de grandes cantidades de sulfito de sodio. Sintéticamente, la glicerina se puede preparar mediante la cloración y saponificación de propileno.

La glicerina es muy viscosa y sus principales usos son en la industria cosmética, ya que se encuentra entre los ingredientes de cremas hidratantes, jabones y geles suavizantes que aportan a la piel elasticidad y humedad. Es un agente deshidratante osmótico con propiedades higroscópicas y lubricantes. Tiene también acción antiflogística local y tópica. Es emoliente, protegiendo y ablandando la piel. Es un buen disolvente de sustancias orgánicas y minerales.

5.2.1 Propiedades físicas y químicas

La ficha técnica y de seguridad de la glicerina se encuentra en el anexo 9.

- Estado físico: Líquido viscoso, higroscópico e incoloro
- Punto de ebullición: 290°C
- Punto de fusión: 18°C
- Punto de inflamación: 176°C
- Densidad relativa (agua = 1): 1,26
- Fórmula molecular: $C_3H_8O_3$
- Valor pH: 5,5 – 8,0
- Solubilidad en agua: miscible

5.3 Ácido acético

Es un ácido orgánico que se encuentra en el vinagre, siendo el principal responsable de su sabor y olor agrios. Se obtiene en la industria química mediante un proceso de carbonilación del metanol, otros métodos alternativos aportan el resto.

Este ácido se solidifica a los 16,6°C y por lo general se utiliza en la producción de acetatos, como agente neutralizante, como ingrediente de compuestos adhesivos, como ingrediente en lacas para la industria aeronáutica, entre otros usos

Sus aplicaciones en la industria química van muy ligadas a sus ésteres, como son el acetato de vinilo o el acetato de celulosa, base para la fabricación de rayón, celofán, etc.

Como todo ácido, debe ser manejado con cuidado, especialmente cuando se encuentra concentrado. Puede producir quemaduras en la piel cuando la exposición es prolongada.

5.3.1 Propiedades físicas y químicas

La ficha técnica y de seguridad del ácido acético se encuentra en el anexo 10.

- Estado físico: Líquido incoloro de olor acre
- Punto de ebullición: 118°C
- Punto de fusión: 16,7°C
- Punto de inflamación: 39°C c.c
- Densidad relativa (agua = 1): 1,05
- Fórmula molecular: $C_2H_4O_2$
- Valor pH: 3-6.
- Solubilidad en agua: miscible

6 Guía APPCC

Los establecimientos alimentarios deben crear, aplicar y mantener procedimientos eficaces de control para garantizar la producción de alimentos seguros, de acuerdo con los principios en los que se basa el Sistema de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (APPCC).

Es un sistema preventivo que permite valorar los peligros biológicos, físicos y químicos que pueden aparecer en las distintas fases involucradas en la terminal.

La guía APPCC trabaja bajo los principios básicos del *Codex Alimentarius*, una colección de estándares, códigos de prácticas, guías y otras recomendaciones relativas a los alimentos, su producción y seguridad alimentaria, bajo el objetivo de la protección del consumidor

Las instalaciones de la terminal deben tener una estructura y unos equipamientos adecuados y debe trabajar de acuerdo con los principios generales de higiene de los alimentos.

6.1 Equipo de trabajo

Para la implantación de un sistema APPCC es necesario disponer en la terminal de un equipo multidisciplinar. De manera que las personas que formen parte aporten en líneas generales los conocimientos, la experiencia suficientes en cuanto al proceso y los productos que se comercializan. Así como los conocimientos suficientes en materia de seguridad alimentaria y en tecnología.

El responsable de la empresa también lo es de la seguridad alimentaria y debe implicar todas las acciones necesarias para que el sistema se lleve a cabo con éxito. Debe tener todo el apoyo de la gerencia del establecimiento. El número de personas que forman el equipo de trabajo está determinado por los recursos humanos de la empresa.

6.2 Descripción del producto

Las características de los piensos pueden limitar o favorecer el desarrollo de los microorganismos. Para conocer su comportamiento es necesario hacer una descripción completa del producto, que incluya información sobre materias primas, tipo de piensos que se elaboran, condiciones de almacenamiento, durabilidad, identificación de lote, vida útil y destinación final. Se debe identificar qué tipo de animales y con la finalidad nutricional.

6.3 Diagrama de flujo

Cuando el equipo ya ha definido los productos alimenticios, procederá a describir todas y cada una de las etapas del proceso productivo mediante un diagrama de flujo.

Este debe contener las características de los procesos tecnológicos empleados (temperaturas, pH, tiempo, etc.). La descripción si cada una de las etapas es manual o está

muy mecanizada y, en este segundo caso, descripción del funcionamiento de la maquinaria. El tiempo de espera entre las diferentes etapas del proceso. La temperatura de los productos durante este tiempo de espera. La sistemática de almacenamiento y circulación de las materias primas dentro del establecimiento. Plasmar las pautas especiales de trabajo de la empresa que pudieran ser significativas desde el punto de vista sanitario.

6.4 Los 7 principios del Sistema APPCC

El Sistema de APPCC requiere la aplicación de siete principios siguiendo una secuencia lógica de fases que se desarrollan de acuerdo con los principios generales de higiene de los alimentos, los cuales permitirán centrar el control en los puntos críticos.

Se expone junto a los principios un ejemplo de análisis del sistema APPCC siguiendo la metodología que propone la guía y los recursos necesarios, considerando las instalaciones comprendidas en la terminal de graneles líquidos y en concreto a la actividad relacionada con el Alimet®.

6.4.1 Principio 1: Análisis de peligros y determinación de las medidas preventivas

El equipo de trabajo ya dispone del material necesario para empezar a analizar los posibles peligros que pueden afectar a la salubridad del alimento para establecer las medidas preventivas adecuadas para eliminarlos, evitarlos o reducirlos a un nivel aceptable.

El análisis de peligros tiene como objetivo detectar un peligro determinado basándose en el conocimiento del producto y la probabilidad de que el peligro se haga efectivo.

Durante el estudio de cada peligro potencial se debe considerar el alimento, el transporte, el almacenamiento y los destinatarios que probablemente lo consumirán, para determinar cómo cada uno de estos factores puede influir en la aparición y la gravedad del peligro que está bajo control.

Tipos de peligros:

- Físicos: cuerpos extraños como plásticos, vidrios, piedras, elementos metálicos, etc.
- Químicos: pesticidas, sustancias indeseables (metales pesados, hongos productores de micotoxinas), etc.
- Biológicos: microorganismos patógenos (salmonella, enterobacterias, campylobacter, etc.), hongos, levaduras, insectos.

Para calcular el nivel de riesgo debemos tener en cuenta los siguientes parámetros

- Gravedad: En función del peor escenario posible para la salud del animal o del consumidor final
- Frecuencia: Se basa en la posibilidad de que un peligro se presente en un pienso.

Peligro	Gravedad	Frecuencia	Puntuación	Resultado
Físicos	Alta	Media	5x3= 15	Zona de riesgo mayor
Químico	Alta	Media	5x3= 15	Zona de riesgo mayor
Biológico	Alta	Alta	5x5=25	Zona de riesgo crítico

Tabla 1. Análisis de peligro mediante una tabla de evaluación.

Una vez se han identificado todos los peligros significativos, se deben determinar y enumerar las medidas preventivas de estos peligros. Para ello, es necesario identificar la causa que lo puede originar.

Se puede dar el caso que se identifique un peligro en que la causa que lo origina se puede eliminar. Las medidas preventivas deben ser factibles o viables, deben prevenir o eliminar realmente el peligro o reducirlo a niveles aceptables.

Etapas	Peligro	Causa	Mesura preventiva
Recepción del producto	Físico Químico biológico	Contaminación por el mal estado de las instalaciones en el buque de carga.	Análisis cualitativo de las instalaciones de almacenamiento y bombeo del buque de carga.
Almacenaje en tanques	Físico Químico Biológico	Instalaciones en mal estado o deterioradas.	Plan de limpieza u mantenimiento.
Carga a granel	Físico Químico Biológico	Contaminación cruzada por la impulsión con bombeo y por el origen del camión cisterna.	Plan de limpieza u mantenimiento. Análisis cualitativo de la cisterna.

Tabla 2. Análisis de peligro y determinación de las medidas preventivas.

6.4.2 Principio 2: Determinación de los puntos de control crítico

Para cada etapa en la que se ha identificado un peligro significativo, se determina si hay que establecer procedimientos de vigilancia o de control para prevenir este peligro, eliminarlo o reducirlo.

Una etapa que sea un punto de control crítico (PCC) requerirá un control eficaz para asegurar en todo momento que el peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos o para reducirlo a un nivel aceptable se evita. De esta manera, se consigue centrar los controles en las etapas que son fundamentales para la seguridad del producto.

La guía recomienda el uso de árbol de decisiones a partir de la secuencia lógica de preguntas y respuestas que permiten tomar una decisión objetiva sobre una cuestión del proceso.

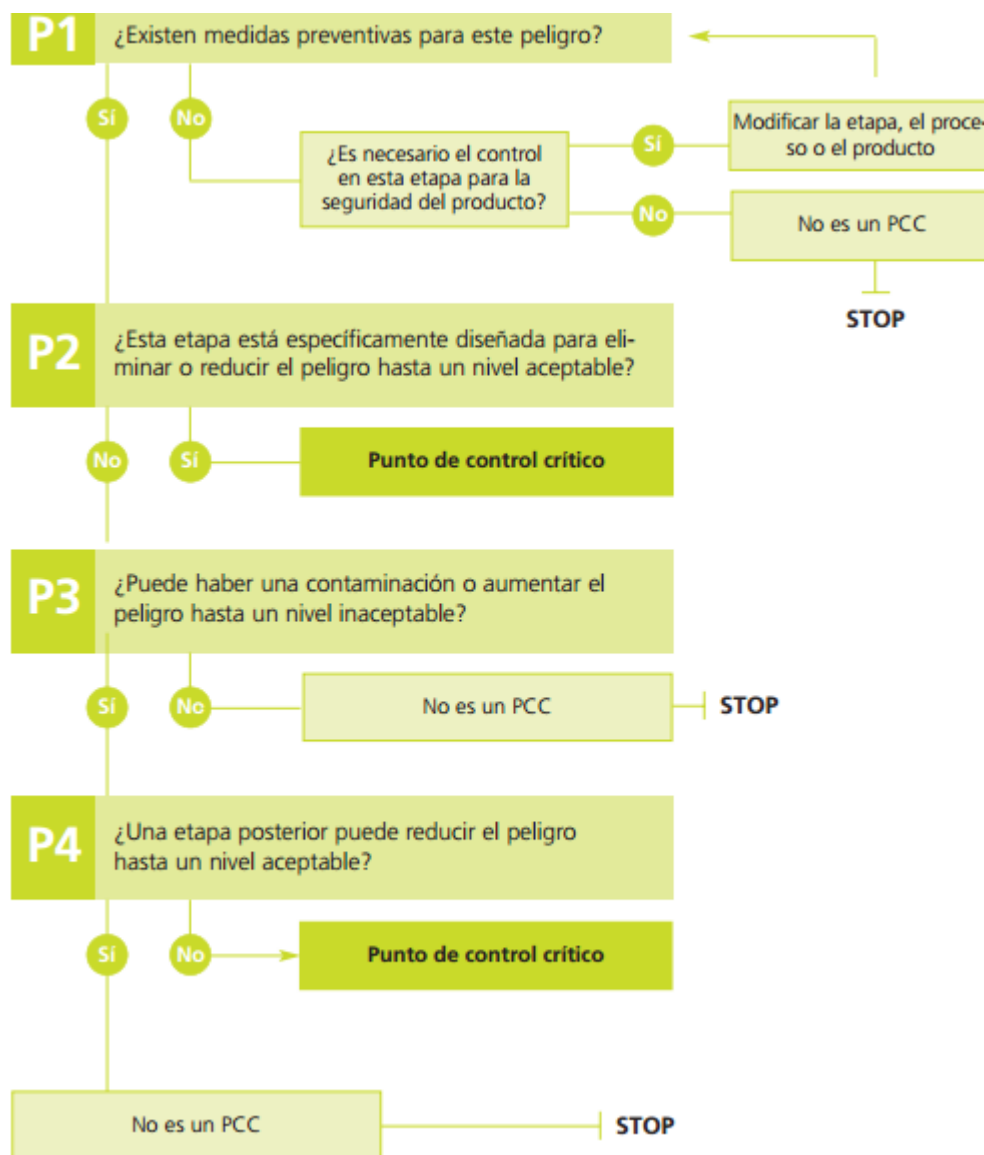


Figura 2. Secuencia de decisiones a tomar para identificar los puntos de control críticos.

6.4.3 Principio 3: Establecimiento de límites críticos

El límite crítico constituye el valor que marca la frontera entre que separa el pienso seguro del pienso inseguro lo que es aceptable y lo que no lo es. Cuando se superen los límites críticos de un determinado punto de control crítico, este se encontrará fuera de control y habrá que adoptar, inmediatamente, las acciones necesarias para que vuelva a estar bajo control.

Un producto será seguro mientras los valores de los diferentes parámetros que se deben controlar se mantengan dentro de los límites críticos definidos para cada uno de ellos.

Para la determinación de los límites críticos, el equipo debe conocer muy bien el peligro y los factores que lo condicionan, por lo que pueden utilizarse diferentes fuentes de información: la normativa nacional o internacional, guías de higiene, publicaciones científicas, expertos y datos experimentales propios.

Conviene que los límites críticos asociados a parámetros que sean fáciles y rápidos de medir u observar.

Etapa	Límites críticos
Recepción muelle	Materias primas exentas de residuos físicos, químicos y biológicos. Límites de humedad, temperatura, peróxidos, sustancias indeseables, descritos en los estándares de calidad de las materias primas. Posibles mermas de producto deben estar dentro de los rangos establecidos.
Almacenamiento en tanques	Almacenamiento de según legislación. Ausencia de suciedad y contaminación. Almacenamiento de materias primas a granel con los parámetros establecidos en los estándares de calidad de las materias primas. Ausencia de contaminación en el material auxiliar.
Carga cisternas	Funcionamiento correcto de los equipos. Ausencia de contaminación y de pequeños animales. Mantener controladas las características químicas. Posibles mermas de producto deben estar dentro de los rangos establecidos.

Tabla 3. Límites críticos según la etapa del proceso.

6.4.4 Principio 4: Sistema de vigilancia puntos de control críticos

La finalidad es comprobar si un punto de control está bajo control, para detectar a tiempo si hay una desviación de los límites críticos y poder adoptar las medidas correctoras necesarias inmediatamente. Es preciso definir cada cuanto tiempo, de qué manera y quién va a comprobar que el producto o el proceso están dentro de los límites críticos.

Si el proceso no se vigila, cualquier desviación que se produzca los límites críticos no se detectará y, por tanto, se puede obtener como resultado un alimento no seguro.

Los sistemas de vigilancia deben dar resultados rápidos para poder adoptar una solución inmediata a cualquier desviación relacionada con el proceso. Estos sistemas serán de actividades de vigilancia incluyen observaciones visuales y medidas de temperatura, tiempo, pH y niveles de humedad.

El sistema de vigilancia debe disponer de una base de registros de actuaciones donde se puedan anotar los resultados obtenidos y la descripción de las incidencias o las desviaciones detectadas.

Etapas	Sistema de vigilancia
Recepción muelle	Análisis organoléptico de cada materia prima que entra en recepción. Análisis de todos los estándares de calidad descritos en los documentos correspondientes. Inspección documental de los análisis de las materias primas que envían los proveedores. Inscripción de recepción de las materias primas. Control a través de los registros de proveedores. Control de humedad y temperatura en recepción.
Almacenamiento en tanques	Cumplimiento exhaustivo de la distribución y control de almacén. Cumplimiento del plan de mantenimiento de los equipos. Cumplimiento del plan de limpieza de equipos e higienización de las instalaciones y dispositivos.
Carga cisternas	Comparación del límite del balance dosificado/cargado. Analíticas. Inspecciones visuales. Verificaciones del cumplimiento del plan de limpieza de equipos e higienización de las instalaciones y dispositivos. Pruebas de contaminación cruzada.

Tabla 4. Sistemas de vigilancia establecidos para cada punto de control crítico.

6.4.5 Principio 5: Adopción de medidas correctoras

Desarrollar un plan de acciones correctoras que determinan las acciones a tomar cuando el sistema de vigilancia detecte una desviación respecto de los límites críticos establecidos que indican la pérdida de control en alguno de los puntos de control.

Una de las características principales del Sistema de APPCC es el carácter preventivo. El sistema está diseñado para evitar incidencias o desviaciones de los límites críticos. Las acciones adoptadas cuando se detecta una desviación es que permiten ajustar el proceso

antes de llegar a desviarse de los límites críticos y, por tanto, volver a la normalidad sin tener afectado el producto, ya que se ha mantenido dentro del margen de tolerancia.

El límite crítico es el criterio que separa la aceptabilidad de la inaceptabilidad de un proceso en una fase determinada. Cualquier desviación detectada de un límite crítico indica que el proceso no es aceptable y, por tanto, obliga a evaluar la seguridad del producto.

En esta evaluación se debe tener en cuenta el tipo de peligro del que se trata, el grado de desviación detectado y el tiempo en que la fase del proceso ha estado fuera de control.

Después de que se haya tomado una acción correctora y el PCC está nuevamente bajo control, puede ser necesario iniciar una revisión del sistema para evitar que vuelva a ocurrir el fallo o deficiencia.

Etapas	Acciones correctoras
Recepción muelle	Rechazar la materia prima. Molturar directamente para uso inmediato. Formación de las personas que realizan la manipulación.
Almacenamiento en tanques	Deshacerse del producto. Saneado del producto siempre que sea posible. Instalación de barreras que impidan la entrada de animales, insectos, etc. Reparación de equipos si no funcionan correctamente.
Carga cisternas	Inoperatividad del equipo hasta retorno a condiciones óptimas. Inmovilizar productos no aptos para consumo. Valoración de la contaminación y decisión técnica.

Tabla 5. Acciones correctoras según la etapa del proceso.

6.4.6 Principio 6: Comprobación del sistema

Los procedimientos de comprobación tienen la finalidad de verificar que todo lo plan se aplica tal como se ha descrito y constatar que se eliminan o se reducen de manera efectiva los peligros que podrían poner en duda la seguridad del alimento.

Los objetivos de la validación son determinar si el Plan de APPCC está bien fundamentado científicamente y técnicamente. Comprobar que han sido identificados todos los peligros significativos y las medidas preventivas son eficaces. Asegurarse de que los puntos de control crítico se han determinado correctamente.

Comprobar que todos los puntos de control tienen límites críticos que garantizan la seguridad del producto. Asegurar que los sistemas de vigilancia establecidos son suficientes para detectar cualquier fluctuación del proceso. Controlar que las medidas correctoras previstas son adecuadas para controlar los peligros.

Una vez que el sistema está implantado es preciso revisarlo a intervalos regulares, para ver si sigue siendo adecuado para la finalidad para la que se ha elaborado y si éste es eficaz. Para ello, pueden utilizarse planes y procedimientos de auditorías internas, análisis de producto, calibración de equipos, validación de las operaciones críticas, etc.

Etapas	Comprobación del sistema
Recepción muelle	Calibración correcta de los equipos. Verificación de las analíticas de las materias primas del producto final obtenidas con otra referencia.
Almacenamiento en tanques	Calibración correcta de los equipos. Verificación de las analíticas obtenidas del producto respecto a otra referencia.
Carga cisternas	Pruebas de contaminación cruzada. Verificación de las analíticas de producto. Calibración de equipos de medida.

Tabla 6. Comprobación del correcto funcionamiento de las medidas implantadas en el sistema.

6.4.7 Principio 7: Sistema de documentación y registro

Establece la necesidad, para poder aplicar el Sistema de APPCC, de tener un sistema adecuado de documentación en el que se recojan todos los elementos del Sistema de APPCC y de organizar los registros de una manera eficaz y precisa. El sistema de registro estará dotado de una estructura y gestión consistente. Un sistema de documentación y registro es la base para poder realizar la verificación del sistema.

Finalmente se elabora el dossier que recoge todos los principios del Sistema de APPCC, de manera que su cumplimiento asegura el control de los peligros que resultan significativos para la inocuidad de los alimentos en el segmento de la cadena alimentaria considerado. Es donde se explican, se describen y se justifican todas y cada una de las fases del sistema, desde la constitución del equipo de APPCC hasta el diseño de los registros que se deriven de su aplicación.

Etapas	Sistema de documentación y registro
Recepción muelle	Boletines de análisis. Parte de recepción de materias primas. Hoja de seguimiento de no conformidades de APPCC. Documentación del proveedor.
Almacenamiento en tanques	Registro del control del cumplimiento del plan de distribución y control de almacén. Registro del control del cumplimiento del plan de limpieza de equipos e higienización de las instalaciones y dispositivos.

	<p>Hoja de seguimiento de no conformidades de APPCC.</p> <p>Registro del control del cumplimiento del plan de mantenimiento de los equipos.</p> <p>Control de la entrada de materias primas.</p>
Carga cisternas	<p>Registro del control del cumplimiento del plan de mantenimiento de los equipos.</p> <p>Registro del control del cumplimiento del plan de limpieza de equipos e higienización de las instalaciones y dispositivos.</p> <p>Registro del balance dosificado/cargado establecido. Registro de analíticas.</p> <p>Hoja de seguimiento de no conformidades de APPCC.</p>

Tabla 7. Registros del sistema para las diferentes etapas de proceso.

7 Operaciones logísticas

La cadena logística implicada está formada por un conjunto de operaciones que desempeñan un papel fundamental y una estrecha vinculación en relación con las empresas productoras de bienes. Una producción eficiente no sirve de nada si no cuenta simultáneamente con un sistema de transferencia de mercancías efectivo y competitivo.

Esto implica todos los niveles de la organización, desde la obtención de las materias primas hasta el consumo directo por parte de los clientes finales. Los puertos desarrollan un papel importante en la generación de ventajas competitivas dentro del sector industrial.

7.1 Estudio de mercado

La demanda de piensos depende directamente del desarrollo y de la organización de la ganadería. Los granjeros precisan un suministro continuo y garantizado que les permita cubrir las necesidades de alimentación del ganado. Cuestiones como la calidad de las partidas compradas, la continuidad en la oferta y la garantía de que estén libres de toxinas o los costes logísticos, condicionan la competitividad del sector piensos.

Actualmente está aumentando la producción ganadera, especialmente la ganadería de cebo, lo que consolida la existencia de un potencial complejo de piensos destinados a la ganadería en diversas autonomías españolas.

La alimentación científica del ganado se basa en la determinación de las necesidades de los animales, según las condiciones y fines de su explotación. En la preparación de las mezclas de materias primas que respondan a las necesidades alimentarias, a partir de los productos disponibles en el mercado, al mejor precio posible y en las cantidades necesarias.

Se trata de un negocio de importantes volúmenes en el cual, la disponibilidad de las materias primas a lo largo de todo el año, es esencial. Se busca determinar la factibilidad en Tarragona de una terminal portuaria de almacenamiento con una parte de su capacidad

destinado al Alimet®, un complemento alimenticio para animales. Por otro lado, se quiere conocer la envergadura del mercado y su variabilidad en el último año.

7.1.1 Análisis de la demanda

Se entiende como demanda la cantidad de bienes y servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica a un precio determinado. Dado que el producto alimentario en concreto no dispone de estadísticas que permitan cuantificar el alcance de la demanda. Se recurre a la recolección de la información necesaria para el análisis de piensos genérico, determinando como área de estudio la región de España.

La elección del sector ha sido basándose en la tradición ganadera y la situación de granjas de producción masiva. Este patrón son los mercados de mayor adquisición y consumo, siendo éstos las oportunidades de negocio que busca captar el proyecto.

Los tipos de piensos tomados como referencia en las estimaciones de producción por la FEFAC, la Federación Europea de Productores de Piensos, no está teniendo en cuenta las producciones de las explotaciones ganaderas que fabrican para autoconsumo, sino solamente las fabricaciones de piensos elaborados por el sector industrial.

Según las estimaciones de producción de FEFAC para el año 2015, España ha sido el segundo productor de piensos de la UE, con un incremento del 3,7% respecto a 2014, por detrás de Alemania, con un descenso del 2,8% respecto a 2014, habiendo pasado Francia a ocupar el tercer lugar, con un descenso del 0,4% respecto a 2014.

A continuación se presentan los datos de FEFAC, obtenidos a partir de la Confederación Española de Fabricantes de Alimentos Compuestos (CESFAC).

Tipos de pienso	FEFAC (miles de Tm)
Bovino	7.386
Porcino	9.937
Aves	4.807
Animales de compañía	1.050
Otros	143
Total	23.323 (+3,7% respecto a 2014)

Tabla 8. FEFAC. Producción de piensos en España año 2015.

7.1.1.1 Producción nacional de piensos. Evolución

La producción total de piensos en España alcanzó, durante 2015, los 31.330.851 Tm. Esta cantidad es la suma de producción de pienso por parte de todos los fabricantes de pienso. Se observa un incremento del 1,6%, con respecto a los datos de 2014, habiendo incluido en este caso el consumo de materias primas de los fabricantes de premezclas (piensos complementarios).

La distribución de piensos por especies se mantiene muy similar a la de los años anteriores, con la producción de pienso para porcino claramente destacada en primer lugar, con 47% del total de pienso fabricado, seguido del pienso para bovinos, que supone casi el 22% del total. Le sigue el pienso para aves, cuya producción se situó 18,3% del total y el pienso para ovino y caprino, con un 5,5% del total, entre las producciones más relevantes.

A continuación se presenta la tabla que reflejan estos datos.

Especie	Pienso producido 2015 (Tm)	% Producción sobre el total
Porcino	14.771.963	47,1
Bovino	6.869.848	21,9
Avicultura	5.728.705	18,3
Ovino/Caprino	1.713.962	5,5
Animales compañía	954.302	3,0
Conejos	502.166	1,6
Multiespecie	408.033	1,3
Equino	195.341	0,6
Peces	132.803	0,4
Otras especies	38.667	0,1
Animales de peletería	15.061	0,05
Total	31.330.851	100

Tabla 9. FEAC. Producción de piensos por especies incluidas las materias primas para premezclas (piensos complementarios).

Como se observa, el mercado de piensos es muy amplio y está aumentando la producción de cabezas de ganado debido al incremento del consumo por el incremento masivo de la población, de mejora de la situación económica y la exportación de productos cárnicos desde España.

En el presente proyecto se ha determinado que la distribución del complemento alimentario para Alimet® se emprenda por el epicentro España y se inicie la apertura de nuevos mercados en Portugal y el sur de Francia. Donde se harán los principales envíos de granel líquido para su posterior distribución en la actividad ganadera del territorio.

País	Porcentaje distribución
España (Madrid)	70%
Portugal (Coímbra)	20%
Francia (Toulouse)	10%

Tabla 10. Principales puntos de distribución y porcentaje envíos de mercancía.

7.1.2 Análisis de la oferta

El mercado de pienso animal es amplio y continuo, las variedades de alimentos destinados al consumo del ganado están compuestos de materias primas en su mayor parte vegetales. Cada vez más se utilizan los piensos complementarios para aumentar el rendimiento en las granjas buscando potenciar o reducir los factores alimenticios que encajen con la línea de producción.

Se analiza la capacidad de aprovisionamiento de la empresa y la capacidad de ofrecer el producto al mercado. Mediante la comparación entre la demanda de los clientes al mercado y las ofertas de la competencia. La finalidad es acondicionar producción, ya sea para aumentar la provisión o si es necesario bajar o aumentar los precios como estrategia de venta.

El Alimet® es suplemento alimentario que tiene la función de complemento nutricional. Se puede observar en la siguiente tabla como el sector del pienso complementario está aumentando su volumen y las previsiones para el próximo año diagnostican la continuidad de la tendencia ascendente de los mercados de piensos ganaderos.

Tipo de pienso	Producción 2014 (Tm)	Producción 2015 (Tm)	% Variación
Pienso complementario	7.166.337	8.353.379	16,6
Pienso Completo	23.565.299	22.943.648	-2,6
Pienso ecológico	23.242	33.825	45,5

Tabla 11. Comparación datos 2014-2015 por tipo de pienso fabricado.

Este incremento en la producción de piensos complementarios abre un mercado potencial mediante el cual, entra a formar parte la necesidad de los granjeros de incluir este suplemento alimenticio formado con el aminoácido metionina. Dada la necesidad de consumo este producto específico por parte de los animales durante el ciclo de vida.

Las ofertas en el mercado de suplementos alimentarios con estas características no abundan ya que es un producto específico para unas necesidades concretas. Otro productor de complemento alimentario con metionina es *Adisseo* con el producto Rhodimet® cuyas características técnicas no cumple con los requisitos del proyecto.

El Alimet® marca registrada que se diferencia por sus atributos nutricionales, resultados, calidad y fiabilidad, sin otro producto con iguales prestaciones. Claramente se desmarca de la competencia en el mercado de piensos.

La empresa *Novus International*, con sede en Houston, Texas es el fabricante por excelencia del pienso con metionina, llamado Alimet®, es una compañía de salud y nutrición animal. Sirve a clientes que van desde los nutricionistas de animales a los veterinarios, a los propietarios de animales individuales. Los productos de *Novus* incluyen aminoácidos, minerales, trazas orgánicas, conservantes de piensos, y diversos productos de nutrición y salud.

7.1.3 Análisis de la comercialización

La comercialización es la parte esencial en el funcionamiento de una empresa. Se puede estar produciendo el mejor artículo o servicio en su género y al mejor precio, pero si no se tienen los medios para que llegue al cliente de forma eficiente, esa empresa no obtendrá beneficios económicos.

Esta actividad debe conferirle al producto los beneficios de tiempo y lugar, es decir, una buena comercialización coloca al producto en un sitio y momento adecuados, para dar al cliente la satisfacción que él espera con la compra de éste.

Para optimizar la comercialización se delega el servicio de transporte a una empresa subcontratada encargada de transferir el producto al consumidor final, para reducir costes y la toda la gestión relacionada con el transporte. El producto será enviado mediante camiones cisternas de 25 toneladas a los núcleos de venta nacional e internacional en función de las cantidades demandadas.

La tendencia actual hacia la competencia en mercados globales hace cada vez más necesario sistemas de integración de la empresa que permitan satisfacer las demandas cambiantes de la forma más eficiente. Esto requiere de una mayor coordinación entre los elementos que forman la cadena de suministro, más aún con la tendencia de personalización de las comandas.

7.2 Modelización suministro Alimet®

El equipo técnico encargado de las operaciones logísticas, dispone del conjunto de medios, equipos, procedimientos, tecnología informática y de comunicaciones necesarios para llevar a cabo la organización de aprovisionamientos y distribución de los productos que gestiona la empresa, en función de la demanda variable del mercado.

La obtención de este producto está localizada América y debe ser transportado, en su totalidad por vía marítima, hasta los países consumidores. Para reducir costes de traslado, se transportará la máxima cantidad de producto posible en buque de carga para líquidos a granel y éste se almacenará en la terminal portuaria hasta su consumo.

De acuerdo con los requerimientos logísticos para la capacidad anual establecida en el proyecto, se determina el volumen de carga del transporte marítimo necesario para cubrir las necesidades de almacenaje y distribución en la terminal.

El producto almacenado viene en buque de carga desde Houston, Texas, con la cantidad necesaria para abastecer la demanda de los clientes y definir la capacidad de almacenaje de las instalaciones.

En la recepción de un envío a granel en buque cisterna, se deberá realizar una evaluación de calidad preliminar antes de permitir su entrada en almacén y se deberán comprobar los puntos de control críticos según la guía APPCC.

La distribución del producto almacenado se expide únicamente mediante transporte terrestre con camión cisterna.

Todas las materias primas deberán guardarse en condiciones higiénicas y bajo condiciones específicas, como por ejemplo, la temperatura y humedad relativa, apropiadas para sus requisitos respectivos como se indica en sus especificaciones y con la debida consideración a cualquier ley relativa al control de sustancias peligrosas.

A continuación se muestra un diagrama bloques con la representación gráfica de las fases implicadas en la cadena de suministro de la organización.

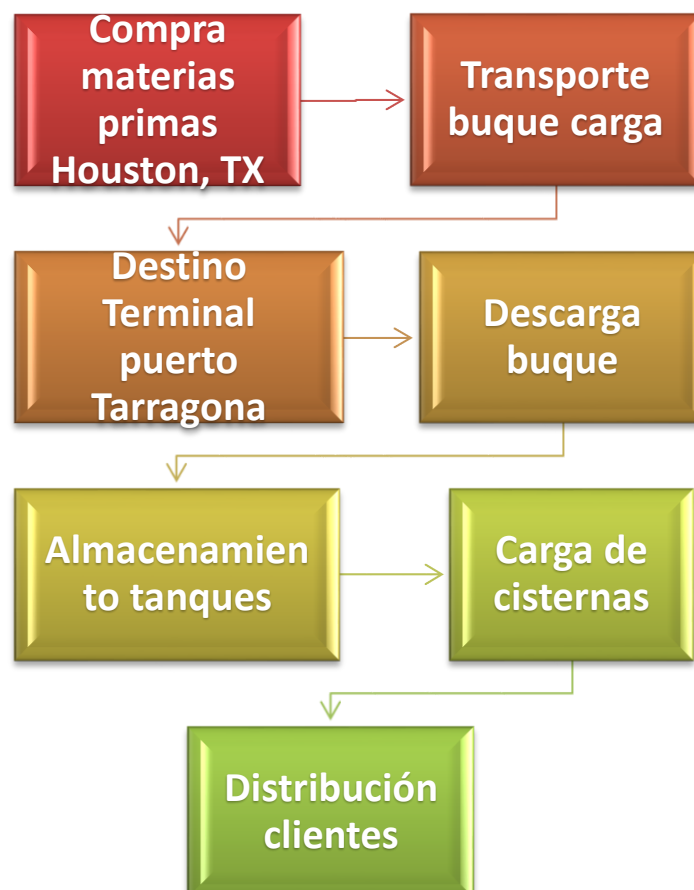


Figura 3. Diagrama proceso de la cadena de suministro.

7.2.1 Desarrollo técnico

El lanzamiento al mercado ibérico del Alimet® se llevará a cabo con un movimiento anual de 12.400 Tm. El origen del producto se encuentra en Houston, Texas, desde donde vendrá mediante transporte marítimo hasta Tarragona, España.

La función principal del transporte marítimo consiste en que la materia prima es ubicada en los muelles del puerto de origen para su carga hasta que el producto llega al país de destino y es distribuido del puerto de destino hasta que el producto llega a los clientes. Aquí se tienen en cuenta los tiempos de rotación, paros en rutas, imprevistos temporales, etc.

El transporte se realizara mediante buque de carga con la empresa *Stolt Nielsen*, un proveedor líder mundial de servicios de transporte a granel líquido, almacenamiento y distribución. El viaje hasta la terminal dura aproximadamente 19 días, pero por razones de

seguridad y para evitar rotura de stock, se establece tener un abastecimiento del 12% en stock de producto durante cada rotación para poder aprovisionar la demanda si el buque tuviera algún retraso en la entrega del género. El buque realizará un total de 6 viajes anuales desde el puerto de origen a la terminal granelera con un periodo de rotación de 2 meses para abastecer las necesidades primarias.

A partir del análisis de los datos anteriores, se obtiene el volumen de almacenamiento de la terminal, para cubrir las necesidades logísticas y el volumen diario de envíos finales al cliente. La terminal está operativa 240 días/año, de los cuales 2 días al mes no se harán envíos por tareas de mantenimiento de las instalaciones conforme la guía APPCC. La terminal cuenta con los técnicos y operarios necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

El volumen obtenido de almacenaje se distribuye en dos tanques uno mayor que el otro. El recipiente de mayor tamaño estará diseñado para almacenar 2/3 del volumen total y el otro recipiente con 1/3 del volumen de producto.

Esta tabla refleja los valores más significativos sobre la modelización del suministro comentado anteriormente.

Concepto	Valor
Alimet® (MT/año)	12.400
Densidad (Kg/dm ³)	1,2
Volumen Alimet® (m ³ /año)	10.333
Rotaciones barco x año	6
Periodo rotación (meses)	2
Duración viaje barco (días)	19
Volumen Alimet® 1º viaje barco (m ³)	1.722
Stock seguridad 12% (m ³)	206,5
Cisternas de 25T con Stock seguridad	10
Volumen Alimet® viajes barco (m ³)	1.515
Envíos en camión cisterna (días/mes)	18
Volumen diario previsto (m ³ /día)	42
Nº diario cisternas de 25 Tm previsto	2
Volumen almacenaje total con fs de 4% (m ³)	1.800

Tabla 12. Cantidades previstas y de diseño en la modelización de suministro.

Una vez obtenidas las dimensiones volumétricas para gestionar el ciclo anual de demanda de producto, se puede proceder al diseño los recipientes de almacenamiento adecuados para los requerimientos logísticos de la empresa.

8 Operaciones planta

La actividad industrial en el recinto la terminal consiste en la recepción, almacenamiento y expedición de productos graneleros líquidos de propiedad ajena con fines nutricionales en la cadena alimentaria. Dentro de las instalaciones no existe ningún proceso fabricación, transformación o mezcla, limitando las funciones productivas exclusivamente a la actividad de almacenamiento para terceros.

La importación es una actividad libre siempre que no afecte la salud, la moral y la seguridad. Se debe considerar la naturaleza, volumen, peso, valor de la mercancía y el grado de riesgo para el transporte marítimo.

El importador entregará a la agencia de aduana los documentos comerciales y otra información adicional vinculada a su transacción comercial para que éste último proceda a transcribirla en los registros de la autoridad aduanera. Cuando el buque entra a la zona de la previa del puerto, debe esperar la validación de los datos transmitidos y abonar los aranceles concernientes a la mercadería que desea librar en la termina una vez obtenida la aceptación por parte del servicio de aduanas.

8.1 Descarga de buque a tanques almacenamiento

Llega el barco a la terminal y atraca en el muelle reservado para recibirlo. Se conectar el sistema de comunicación y ESD (paro de emergencia).

En esta operación el buque es el responsable del bombeo del producto a través de sus propias bombas distribuidas en sus tanques de almacenamiento en el interior del barco. El buque se posiciona en la plataforma de atraque ceñido a la parte central de la eslora para facilitar la conexión de las tuberías.

Se reúne el personal que interviene en la operación de descarga, de las dos partes, para preparar la operativa.

Para esta operación se requiere el perfecto estado de los circuitos de líneas de transporte de productos con llegada a los diferentes tanques receptivos ubicados en la terminal de almacenamiento.

El rack de tuberías dispone de un sistema de repartición exclusivo para productos alimentarios que permite descargar el producto sin interferir en los demás actuando sobre un conjunto de válvulas llevándolo hacia un tanque de almacenaje u otro dependiendo de los intereses operativos.

La línea seleccionada para la operación de descarga se conectara mediante una manguera de Polietileno modificado bridada al buque por un extremo y a la tubería del tanque correspondiente por el otro extremo. Esta manguera se usará exclusivamente para el producto en cuestión, para evitar la contaminación del producto en futuras operaciones.

Se realizan pruebas de fuga de las conexiones del sistema y se purga el oxígeno dentro del circuito.

Acorde con las necesidades de la terminal se han trazado tres líneas principales para la transferencia de productos desde el muelle hasta la planta.

- Línea L-01: dedicada a los productos clase D, en este caso Alimet®.
- Línea L-02: dedicada a productos de clase D, en este caso, glicerina.
- Línea L-03: dedicada a productos de clase B2, en este caso, ácido acético.

Una vez realizadas las conexiones entre el buque-manguera y cumplidos los procedimientos de operación y seguridad, se procederá al control de calidad del producto.

Se tomarán diferentes muestras de los productos ubicados en los tanques del interior del buque, para verificar que el producto llega en condiciones óptimas. Un segundo control de calidad del producto para chequear el estado de la manguera y el tramo inicial de conexiones descargando una cantidad de muestra en el depósito D-01.

Finalmente se realizará un tercer control de calidad para chequear el estado la tubería de transporte L-01 mediante el otro depósito de control D-02. Si los resultados del análisis del producto son favorables, el buque procederá a bombear el producto hacia el tanque de destino por el circuito de tuberías determinado.

La ventilación de los tanques de la terminal debe cambiarse a modo de carga. La descarga empezará a un régimen despacio y se irá incrementando siempre que la carga está saliendo en los tanques planeados y no hay signos de fugas en el brazo de carga, cuarto de bombas, líneas de carga, entre otros.

Terminado la transferencia del producto mediante bombeo y comprobada la cantidad total recibida, se procederá a la desconexión y drenaje de la manguera de carga con la conexión del buque.

Se desconecta el sistema de comunicación y ESD. Cuando todo el protocolo de descarga se ha cumplido se preparara el desatraque de buque y zarpará.

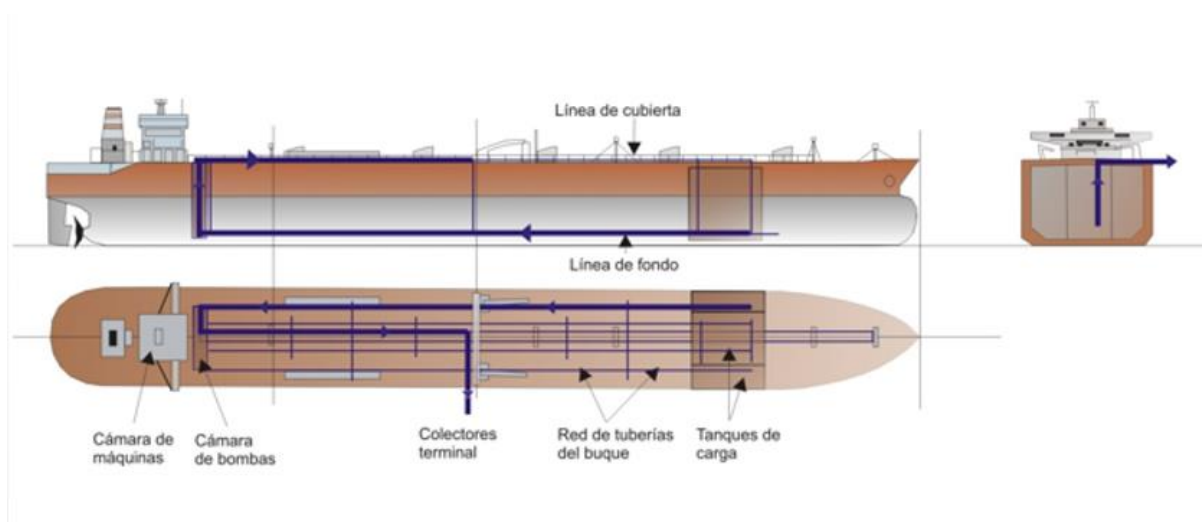


Figura 4. Vistas red de tuberías buque de carga.

8.1.1 Sistema de vaciado de tuberías

El vaciado del rack de tuberías se hace con el sistema de "pigging" en la tubería, se inyecta nitrógeno a presión, este artefacto recorre la tubería y se vacía en completo

Siguiendo normas de seguridad para la industria química, se utilizará nitrógeno gaseoso para desplazar los *pigs* en caso de tener que vaciar las líneas de producto que conectan el muelle con la zona de bombas y tanques. Así mismo, siendo que se tendrá una provisión de nitrógeno para el fin anterior.

8.2 Carga de camiones cisterna

Una vez se ha descargado el líquido del barco, mediante la red de tuberías llega hasta el tanque de almacenamiento destinado para el mismo. Los tanques están numerados para evitar cualquier confusión, toda la operativa se controla desde la sala de control y planificación de la terminal.

El producto se almacena en el tanque, y cuando el cliente quiere llevarlo a otro punto determinado, se puede transferir a través de la red de tuberías o cargarlo en camión cisterna.

8.2.1 Operación de carga del camión:

El cliente emite una orden a la terminal, informando de la capacidad que se va a cargar, datos del camión, etc. La terminal responde al cliente determinando el día y la hora de la carga. Llega el camionero a la terminal, debe pasar por el edificio de administración, si es por primera vez, para realizar unas pruebas de seguridad antes de acudir a la terminal.

El camión pasa por una balanza para pesar su peso inicial, y acude al departamento de documentación, aquí se le asigna una isleta para realizar la carga, este va acompañado de un operario. Se conectan los brazos de carga y de vapor. El vapor va a un tanque llamado unidad de recuperación de vapor. Se pone un detector de nivel de la cisterna, para evitar reboses.

Una vez realizados y comprobados todo el procedimiento, se carga el camión hasta alcanzar la cantidad pactada, esto comprueba mediante la válvula de regulación de caudal. Una vez finalizada la carga, se drenan los brazos. El camión pasa por la balanza, para concretar la carga expedida. Se hace la documentación, y el camión deja la terminal.

8.3 Traslado de productos entre tanques almacenados

Esta operación consiste en el bombeo del producto almacenado en la terminal mediante bombas centrifugas hasta los otros tanques disponibles si las circunstancias lo requieren. En ocasiones, se realizan traslados de productos entre tanques para evitar su deterioro y por labores de mantenimiento.

Las operaciones de trasiego se pueden realizar por gravedad o bien haciendo uso de los fosos de bombas mediante el sistema de colectores, tuberías y bombas. El control de los mecanismos de apertura y cierre de válvulas de apertura de tanque como de colectores de aspiración e impulsión de las bombas pueden realizar mediante la automatización por control o manualmente.

En todo momento se regirá la operativa de las válvulas por control ya que proporcionan más autonomía y más capacidad de reacción al personal de la planta en caso de haber alguna emergencia.

9 Layout de las instalaciones

El diseño de la distribución de las instalaciones está justificado por el cumplimiento del reglamento de almacenamiento de productos químicos, la ITC MIE-APQ-1. En este caso, las distancias entre las instalaciones, las especificaciones constructivas que componen un almacenamiento y éstas a otros elementos exteriores están definidas bajo el criterio obtenido por la aplicación de la presente instrucción técnica.

Con objeto de tener una visión global y clara acerca de las instalaciones comprendidas en la planta. Se exponen las infraestructuras con mayor trascendencia dentro del alcance del presente proyecto.

- Cubeto C-1: destinado a la contención los tanques con Alimet®.
 - Tanque T-101: tanque almacenamiento Alimet®.
 - Tanque T-102: tanque almacenamiento Alimet®.
- Cubeto C-2: destinado a la contención de los tanques de productos clase B y D.
 - Tanque T-201: tanque almacenamiento producto clase D.
 - Tanque T-202: tanque almacenamiento producto clase B.
 - Tanque T-203: tanque almacenamiento producto clase B.
 - Tanque T-203: tanque almacenamiento producto clase B.
- Foso de bombas FB-1: destinado contener todo del sistema de bombas centrífugas auto-aspirantes.
 - Bomba P-101: bomba destinada al Alimet®.
 - Bomba P-102: bomba auxiliar destinada al Alimet®.
 - Bomba P-103: bomba destinada al Alimet®.
 - Bomba P-201: bomba destinada a productos clase B.

Bomba P-202: bomba destinada a productos clase B.

Bomba P-203: bomba auxiliar destinada a productos clase B.

Bomba P-204: bomba destinada a productos clase B.

Bomba P-205: bomba destinada a productos clase D.

- Zona de carga de cisternas ZC-1: destinado a la carga de camiones cisternas.
 - Brazo de carga B-1: brazo destinado al Alimet®.
 - Brazo de carga B-2: brazo destinado a productos clase B.
 - Brazo de carga B-3: brazo destinado a productos clase B.
 - Brazo de carga B-4: brazo destinado a productos clase D.

9.1 Distancia entre instalaciones fijas

Las distancias mínimas aplicables entre las instalaciones se rigen a partir de los preceptos establecidos en la norma en aplicación, donde se han evaluado todas las posibles combinaciones entre instalaciones según las clases de productos que hay almacenados en la planta.

Una vez obtenidas las distancias mínimas, en primera instancia se aplican coeficientes de reducción por capacidad de almacenamiento.

9.1.1 Coeficientes de reducción

En el presente proyecto, la planta está concebida para almacenar una cantidad total de 22.200 m³. Como ya se ha comentado dicha capacidad es para justificar el diseño de la distribución en planta de las infraestructuras tales como los tanques de almacenamiento, foso bombas, zona de carga y descarga, edificios administrativos, etc. Todas ellas necesarias, con lo que volviendo a la norma, nos encontramos en la situación propia de capacidad de almacenamiento de:

$$50.000 > Q \geq 20.000 \quad (1)$$

Aplicando un coeficiente de reducción por capacidad de 0,95 a las distancias entre instalaciones fijas.

Después de la aplicación del coeficiente se contempla una reducción de distancia entre las instalaciones fijas de superficie mediante protecciones adicionales a las obligatorias.

La protección adicional seleccionada consiste en un sistema de nivel 1. Tal como sistemas fijos de espuma para la inundación o cubrición del elemento de instalación

considerado, con accionamiento situado en lugar protegido y accesible durante el incendio. Pero dotados de detección y accionamiento automáticos con lo que lleva considerarse una medida de protección adicional de nivel 2.

Obteniendo un coeficiente de reducción por capacidad de 0,5.

Esta medida de protección adicional ha sido aplicada en todas las instalaciones de la terminal, la norma no exige dichas medidas en zonas donde se opera con productos de clase D. Pero teniendo en cuenta la proximidad de las instalaciones con productos más peligrosos y su exposición en caso de incendio, se ha decretado la aplicación de esta medida de seguridad con sistemas fijos de espuma.

Una vez contemplados el conjunto de factores técnicos, se elabora la siguiente tabla con las distancias iniciales marcadas por la norma y su posterior reducción aplicando los coeficientes.

Distancias (m)	Distancia inicial (m)	Aplicando Coeficiente reducción 0,95 (m)	Aplicando Coeficiente reducción 0,5 (m)
Tanque D - Estación de bombeo D	10	9,50	4,75
Tanque D - Estación descarga D	10	9,50	4,75
Estación descarga D - Estación de bombeo	15	14,25	7,12
Vallado planta -Estación bombeo D	15	14,25	7,12
Vallado planta - Estación descarga D	15	14,25	7,12
Vallado planta -Tanque D	10	9,50	4,75
Edificios - Tanques D	15	14,25	7,12
Edificios - Estación carga y descarga D	15	14,25	7,12
Tanque B - Estación bombeo B	15	14,25	7,12
Tanque B - Estación descarga B	20	19	9,50
Estación descarga B - Estación de bombeo B	20	19	9,50
Vallado planta - Estación descarga B	20	19	9,50
Vallado planta - Tanque B	20	19	9,50
Edificios - Tanques B	30	28,50	14,25
Edificios - Estación bombeo B	20	19	9,50
Edificios - Estación carga y descarga B	20	19	9,50

Tabla 13. Distancias mínimas entre instalaciones fijas con coeficientes de reducción aplicados.

El desarrollo sobre el terreno de las instalaciones fijas de la terminal necesarias para el propósito de este proyecto se encuentra en el Layout Planta en el anexo 4.

9.2 Distancia entre tanques

Las distancias mínimas entre recipientes para los productos almacenados son establecidas bajo la norma en función de los diámetros de estos y la clase de producto que almacenan, donde se establecen las formulaciones necesarias para obtener las distancias mínimas entre recipientes.

Además, para la reducción de distancias mínimas entre recipientes se aplica un coeficiente para productos de las clases B y D. Esta reducción se alcanza mediante la adopción de medidas y sistemas adicionales de protección contra incendios.

La protección adicional consiste en un sistema de nivel 1 tal como sistemas fijos de espuma para la inundación o cubrición del elemento de instalación considerado, con accionamiento situado en lugar protegido y accesible durante el incendio. Pero dotados de detección y accionamiento automáticos con lo que lleva considerarse una medida de protección adicional de nivel 2.

Obteniendo un coeficiente de reducción por capacidad de 0,8.

Dicha medida de protección adicional ha sido aplicada en todos los tanques de la terminal, incluso los tanques de almacenamiento con productos de clase D, donde la norma no exige sistemas de protección contra incendios explícitos para esta categoría de producto. Pero teniendo en cuenta la proximidad de tanques con productos más peligrosos y su exposición en caso de incendio, se ha decretado la aplicación de esta medida de seguridad con sistemas fijos de espuma en todos los tanques.

Las distancias mínimas de separación correspondientes a los recipientes de almacenamiento con el coeficiente de reducción por protección adicional, se pueden ver en la siguiente tabla.

Distancia según clase tanque	Factor*D	Diámetro Tanques (m)	Distancia Tanques (m)	Distancia reducida, Coef. 0.8 (m)
Tipo D - D	0,25	10,09	2,52	2,02
Tipo D - D	0,25	18,02	4,50	3,60
Tipo B - D	0,50	18,02	9,01	7,20

Tabla 14. Distancias mínimas entre recipientes de almacenamiento según la clase de producto.

Añadir que el tanque de almacenamiento de clase D no destinado al acopio de productos para la cadena alimentaria, se proyecta a una distancia de clase B para ser más versátil. Si en el porvenir las necesidades de almacenamiento requiriesen cambiar el tipo de producto, por uno con una clasificación mayor, al cual está predispuesto en el diseño inicialmente. El aumento de la distancia entre el tanque facilita la modificación técnica para adecuarse a un nuevo producto.

9.3 Características del terreno

La terminal está ubicada en una parcela artificial compuesta por terrenos procedentes del dragado del sustrato de la costa con su consiguiente compactación. Utilizable fundamentalmente para la creación de nuevos asentamientos industriales en zonas conexas al mar.

Los viales del interior de la terminal que envuelven los edificios auxiliares, cubetos y otras instalaciones estarán formados por una capa inferior de tierra compactada y una capa superior de aglomerado asfáltico.

La parcela tiene un área útil de 20.660 m² y un perímetro de 616 m.

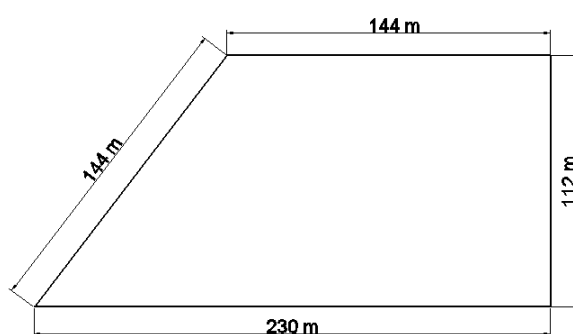


Figura 5. Dimensiones del terreno empleado para la terminal portuaria.

9.4 Red de drenaje y efluentes

Las redes de drenaje proporcionaran una adecuada evacuación de los fluidos residuales como el agua de lluvia, líquidos del proceso, de servicios contra incendios y otros similares. Los materiales de las conducciones y accesorios serán adecuados para resistir el posible ataque químico de los productos que deben transportar.

La planta no está diseñada para el tratamiento de derrames o producto contaminado, ya que debida a sus especificaciones químicas, los productos deberán recogerse adecuadamente y gestionarse a través de una planta de tratamiento de residuos autorizada para su posterior recuperación o eliminación.

No podrán verterse en la red de drenaje mezclas susceptibles de reaccionar violentamente entre sí o con el agua, polimerizar, solidificar, u otras acciones que puedan destruir o taponar la red de drenaje.

El cubeto dispone a la salida de sus efluentes de un cierre con válvula para permitir la recuperación de derrames accidentales.

El agua de lluvia, previo análisis de comprobación, puede evacuarse directamente al colector de aguas limpias.

El tamaño mínimo de los colectores generales será de 200 mm de diámetro, o su equivalente en sección no circular. Los ramales serán de 150 mm de diámetro mínimo y, excepcionalmente, para tramos muy cortos, de 100 mm de diámetro mínimo.

La profundidad mínima de enterramiento, sin protección mecánica, a la que deben situarse las tuberías de drenaje debe ser de 600 mm medidos desde la generatriz superior de la tubería hasta el nivel del terreno. En los cruces de las calles, o zonas donde circulen vehículos pesados, las tuberías de drenaje se situarán a mayor profundidad, o se protegerán adecuadamente para evitar su posible rotura. La protección de estas tuberías podrá realizarse por manguitos.

El drenaje será mediante un tubo de PVC con envoltura de hormigón, con una pendiente del 1% hacia los colectores y sumideros.

La entrada de líquidos al colector de aguas contaminadas se realizará por una arqueta y a través de un cierre sifónico, de modo que no escapen gases del colector general por dicho injerto. Este cierre sifónico debe construirse de forma que, en caso necesario, pueda limpiarse la tubería y el propio cierre.

La red deberá ser accesible para su limpieza mediante arquetas, espaciadas como máximo 100 m para permitir la limpieza de las líneas. En todos los cambios de dirección de 45 grados, o mayores, existentes en colectores generales se dispondrán arquetas u otros dispositivos para limpieza y también en todos los puntos de conexión de los ramales más importantes con los colectores principales de drenaje.

A lo largo de los colectores generales y ramales, así como en todas sus intersecciones, se establecerán cierres sifónicos u otro sistema eficaz de cortafuegos, separado como máximo 100 m uno de otro.

En los cubetos las aguas limpias, los líquidos y las aguas contaminadas se recogerán en un sumidero situado en el interior y en el punto más bajo del cubeto. El sumidero dispondrá de rejilla de recogida de sólidos si es posible la llegada de éstos al mismo. Este sumidero, que a la vez puede servir de toma de muestras, se drena mediante una tubería de 200 mm de diámetro mínimo.

Según el resultado del análisis del líquido recogido en el sumidero, se actúa sobre el dispositivo, que debe poder evacuar bien al colector de aguas limpias o bien al de aguas contaminadas.

La distribución de la red de drenajes se puede ver en el anexo 5.

9.5 Cimentaciones de los tanques

Los cimientos usados para soportar el tanque dependen de las condiciones existentes en los distintos suelos, climas y ambientes hace que la determinación de la carga y asentamiento admisibles deba realizarse particularmente en cada instalación. La composición del fondo del tanque estará compuesto por zahorras con arena compactada, una lámina impermeable de PVC y finalmente acabado con una capa de aglomerado asfáltico en la capa superior donde descansara el fondo del tanque. Este acopio de materiales granulares estará

rodeado por un anillo de hormigón armado, cuyo eje coincide con el del tanque y sobre el donde descansará el cuerpo del tanque.

Los fondos de tanques de almacenamiento cilíndricos verticales son generalmente fabricados de placas de acero con un espesor menor al usado en el cuerpo. Esto es posible para el fondo, porque se encuentra soportado por una base de concreto, arena o asfalto, los cuales soportarán el peso de la columna del producto. Además, la función del fondo es lograr la hermeticidad para que el producto no se filtre por la base.

Para prevenir deformaciones al soldar, se usarán placas que tengan un espesor mínimo nominal de 6,3 mm, excluyendo cualquier corrosión permisible especificada por el usuario.

El fondo tendrá que ser de un diámetro mayor que el diámetro exterior del tanque, por lo menos 51 mm, más en el ancho del filete de soldadura de la unión entre cuerpo y el fondo.

El cuerpo del tanque puede estar soportado directamente por el fondo. Este estará formado mediante placas traslapadas, esto se hace con el fin de absorber las deformaciones sufridas por el fondo si las placas fueran soldadas al tope.



Figura 6. Anillo de cimentación de hormigón armado tanque.

9.6 Cubetos de retención

Los recipientes para almacenamiento de líquidos deberán alojarse en el interior de un cubeto de retención ateniendo a las consideraciones de la norma. Se dispondrá de dos cubetos para contener los recipientes proyectados en la terminal.

Un primer cubeto para el grupo de recipientes de clase D para productos alimentarios, este por sus características no puede contener productos tóxicos dentro del mismo cubeto ya que estos podrían contaminar los productos alimentarios por ejemplo el intercambio de gases en la respiración de los tanques.

Un segundo cubeto para los demás grupos de recipientes de tipo B-D ateniendo que dentro de un mismo cubeto sólo puede contener líquidos de la misma clase o subclase.

En todos los cubetos los recipientes no deben estar dispuestos en más de dos filas, es preciso que cada fila de recipientes tenga adyacente una calle o vía de acceso que permita la libre intervención de los medios móviles de lucha contra incendios.

La distancia en proyección horizontal entre la pared del recipiente y el borde interior inferior del cubeto será como mínimo de 2 m para garantizar el paso de personas, maquinaria y tareas de mantenimiento.

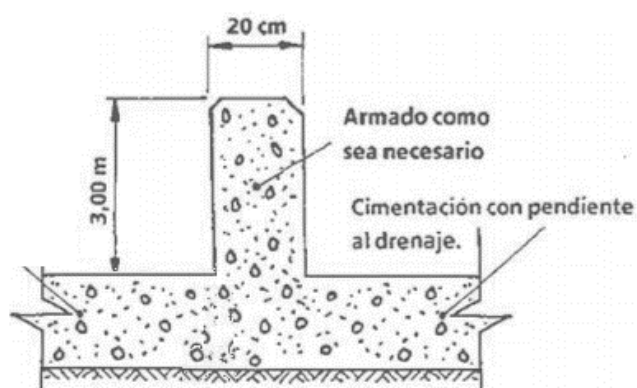


Figura 7. Perfil muro cubeto.

9.6.1 Altura cubetos

- **Cubeto C-1:**

Para líquidos de clase D para productos alimentarios. La norma dice que la capacidad del cubeto es independiente de la de los recipientes contenidos en el mismo cubeto para este tipo de producto. Pero por criterios de seguridad y de diseño se dimensiona la capacidad del cubeto conforme la tipología de una clase superior de producto de la norma, ateniendo al volumen de dos o más recipientes.

Su capacidad se establece en dos casos, partiendo de las siguientes condiciones:

- Superficie cubeto clase D, Alimet®: 450,21 m²
- Capacidad almacenamiento: 1.800 m³
- Capacidad tanque mayor: 1.200 m³

Para conocer la altura útil del cubeto (h_c) se sigue el procedimiento expuesto a continuación:

Caso 1: 100% de la capacidad calculada según la referencia del recipiente mayor. Considerando que no existe éste, pero sí los demás, es decir, descontando del volumen total

del cubeto vacío el volumen de la parte de cada recipiente que quedaría sumergido bajo el nivel del líquido, excepto el del mayor.

$$h_{c1} = \text{Área útil cubeto} / \text{Capacidad tanque mayor} \quad (2)$$

$$h_{c1} = 400,2 / 1.200 \quad (3)$$

$$h_{c1} = 3 \text{ m} \quad (4)$$

Caso 2: 10% de la capacidad calculada según la capacidad global de los recipientes. El volumen total del cubeto, considerando que no existe ningún recipiente en su interior.

$$h_{c2} = 0.10 * \text{Volumen total recipientes} / \text{Área total cubeto} \quad (5)$$

$$h_{c2} = 0.10 * 1.800 / 450,2 \quad (6)$$

$$h_{c2} = 0,4 \text{ m} \quad (7)$$

Finalmente de ambos métodos, se escoge la altura más restrictiva que viene a ser h_{c1} con una altura útil del cubeto de 3 m.

- **Cubeto C-2:**

Destinado a la contención de tres recipientes de clase B y uno de clase D. Siguiendo el mismo planteamiento que el apartado anterior, vemos que:

Su capacidad se establece en dos casos, partiendo de las siguientes condiciones:

-Superficie cubeto clase B-D: 2453,9 m²

-Capacidad almacenamiento: 20.400 m³

-Capacidad tanque mayor: 5.100 m³

Caso 1: 100% de la capacidad calculada según la referencia del recipiente mayor.

$$h_{c1} = \text{Área útil cubeto} / \text{Capacidad tanque mayor} \quad (8)$$

$$h_{c1} = 1688,8 / 5.100 \quad (9)$$

$$h_{c1} = 3 \text{ m} \quad (10)$$

Caso 2: 10% de la capacidad calculada según la capacidad global de los recipientes.

$$h_{c2} = 0.10 * \text{Volumen total recipientes} / \text{Área total cubeto} \quad (11)$$

$$h_{c2} = 0.10 * 20.400 / 2453,9 \quad (12)$$

$$h_{c2} = 0,8 \text{ m} \quad (13)$$

Finalmente una vez analizados los resultados de ambos métodos, se escoge la altura más restrictiva que viene a ser h_{c1} con 3m.

Las dimensiones y características del cubeto se muestran en la tabla:

Cubeto	Forma	Anchura (m)	Longitud (m)	Altura (m)	Superficie (m2)	Capacidad (m3)	Material muro
C-1	Rectangular	17,7	25,5	3	450,2	1350,6	Hormigón armado
C-2	Ele "L"	25,6 49,2	75,5	3	2453,9	7.361,7	Hormigón armado

Tabla 15. Dimensiones de los cubetos de retención.

Las dimensiones del cubeto se han obtenido teniendo en cuenta las distancias mínimas de seguridad entre las paredes de los tanques con la pared del cubeto y añadiendo una distancia extra para abarcar la capacidad de almacenaje, con que facilita indirectamente la realización de trabajos de mantenimiento y, en caso necesario, para la libre intervención de medios contra incendios.

9.6.2 Construcción y disposición de cubetos.

Las paredes de los cubetos serán de hormigón u obra de fábrica, diseñadas para ser suficientemente estancas y resistir la altura total del líquido con el cubeto lleno.

Las paredes tendrán en su coronación un ancho mínimo de 0,2 m. La pendiente de una pared de tierra será coincidente con el ángulo de reposo del material con el cual esté construido.

El fondo del cubeto se impermeabilizará con un pavimento rígido de hormigón armado, con el objetivo de evitar filtraciones de productos al subsuelo. Tendrá una pendiente del 1% suficiente para guiar posibles vertidos hacia la canaleta de drenaje. La canaleta se termina en un desagüe donde se recoge todo el producto haya en el suelo. Este desagüe no dispone de válvula de vaciado exterior con lo que el vaciado de las aguas se realizara mediante un sistema de bombeo.

En todos los casos deben existir accesos normales y de emergencia con un mínimo de dos accesos y distribuidos de tal forma que no haya que recorrer una distancia superior a 50 m hasta alcanzar el acceso desde cualquier punto del interior del cubeto.

Las líneas en el interior del cubeto están compuestas por un circuito fijo, no existen mangueras flexibles y las tuberías que atraviesan el muro, lo hacen garantizando la estanqueidad del mismo mediante dispositivos de material incombustibles y deberán permitir la libre dilatación de las tuberías. Las tuberías que no estén enterradas no atravesarán más cubeto que el de los tanques a los cuales estén conectadas, y saldrán del mismo lo más directamente posible.

Los cubetos están rodeados en su totalidad por vías con una anchura de 7,5 m con una altura libre de 5 m, para facilitar el acceso de vehículos de servicios y contra incendios.

9.7 Foso de bombas

El foso de bombas es una instalación clave para el transporte de los productos almacenados dentro de la terminal. En nuestro caso solo disponemos de bombas para el trasiego de productos entre tanques y para la carga de camiones cisternas de una capacidad de carga de 60-80 m³/h mediante el brazo de carga.

Se utilizarán bombas centrifugas auto-aspirantes que poseen la cualidad de disponer de un cebado automático, gracias a la exclusiva forma del rodete abierto. Lo que permite que se cebe aunque entre aire accidentalmente en el cuerpo de bomba. Son ideales para el trasiego de toda clase de líquidos cargados con partículas en suspensión y ligeramente viscosos.

La distribución de los equipos necesarios para las operaciones a realizar en el foso será de 3 bombas de acero inoxidable para productos de clase D alimentario. Para los otros tanques se dispondrá de 5 bombas para los productos de clase B y D. En ambos casos una de las bombas está contemplada como equipo de seguridad por si las condiciones de operación lo requiriesen.

Al instalarse más de una bomba, los tubos de aspiración únicamente pueden interconectarse si están provistos de válvulas de cierre que permitan que cada bomba pueda continuar funcionando cuando la otra esté desmontada para mantenimiento o fuera de funcionamiento. Todos los materiales empleados para el transporte de Alimet®, serán de acero inoxidable 316 bajo criterio de la Guía APPCC.

El foso dispondrá de muros de hormigón armado para mantener la rigidez y el pavimento será de hormigón con una pendiente del 1% hacia el desagüe para la evacuación de los fluidos redundantes.

9.7.1 Selección bomba

La selección de la capacidad de la bomba se realiza en base a tres factores fundamentales: el caudal que debe impulsar, la altura neta de succión positiva que necesita

la bomba para realizar la aspiración del fluido (NPSH) y la altura útil de la bomba, en la que se tienen en cuenta las pérdidas de presión máximas en la red.

El método de cálculo se aplica para determinar los factores más importantes en el dimensionamiento que definen en que puntos del circuito bombeo afecta cada parámetro. Para la obtención del NPSH se define el punto desde el que se produce la aspiración y la entrada de la bomba. Mientras que para el cálculo de la altura útil, la ecuación se aplica entre el punto inicial de aspiración y el punto final más alto de descarga del sistema.

Para que una bomba funcione sin cavitación, debe cumplirse la siguiente expresión:

$$NPSH_{\text{disponible}} > NPSH_{\text{requerido}} + 1 \text{ m} \tag{14}$$

Para evitar la cavitación el $NPSH_{\text{disponible}}$ ha de ser positivo y con un valor lo más alto posible. Así cuando la bomba esté en carga, la cavitación es más difícil que si se encuentra en succión.

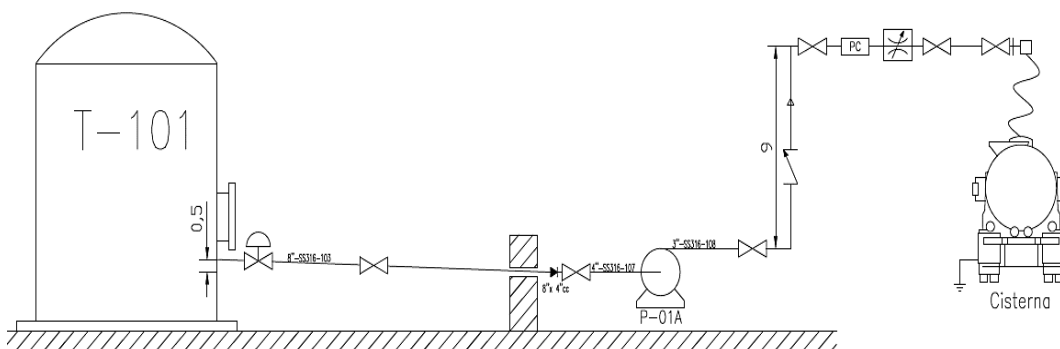


Figura 8. Diagrama de carga de cisternas con las diferencias de nivel en la aspiración e impulsión de la bomba.

Para proceder al calculo de las perdidas de carga, en la siguiente tabla se definen los parametros basicos de la instalacion de los cuales se extarean los valores para el cálculo de la bomba.

Aspiración		Impulsión	
Concepto	Valor	Concepto	Valor
Longitud tubería Lt (m)	50	Longitud tubería Lt (m)	25
Altura desde eje neutro (m)	0,5	Altura desde eje neutro (m)	9
Diámetro interior (mm)	203,2	Diámetro interior (mm)	76,2
Diámetro interior (mm) 2m de tubería	101,6		
Caudal a elevar (m ³ /h)	70	Caudal a elevar (m ³ /h)	70
Velocidad fluido (m/s)	0,6	Velocidad fluido (m/s)	4,2

Tabla 16. Características de la zona de aspiración e impulsión de la bomba para la carga de cisternas.

9.7.1.1 Cálculo del NPSH requerido. NPSHr

El NPSHr es un dato básico y característico de cada tipo de bomba, variable según el modelo, tamaño y condiciones de servicio. Por lo tanto es un dato facilitado por el fabricante y no de cálculo de la instalación.

Los valores del NPSHr están indicados en las curvas características de cada bomba y son el resultado de mediciones efectuadas en bancos de pruebas especialmente diseñados para las mediciones de estos valores. Dicho valor da una indicación acerca de la capacidad de aspiración de una bomba en un punto determinado de la curva característica. Cuanto menor es el valor del NPSHr, mayor es su capacidad de aspiración.

9.7.1.2 Cálculo del NPSH disponible. NPSH_d

El NPSH disponible a la entrada de la bomba depende de las características de la instalación y del líquido a bombear. Es independiente del tipo de bomba y se calcula de acuerdo a las condiciones atmosféricas y de la instalación u operación.

La fórmula general es:

$$NPSH_d = h_a - \frac{P_v}{\rho g} \quad (15)$$

Dónde:

NPSH_d: Altura neta de succión positiva (mca).

H_a: Altura de aspiración total (mca).

P_v: Presión de vapor del líquido a la temperatura de circulación (Pa).

ρ: Densidad del líquido (kg/m³).

g: Aceleración de la gravedad (9,8 m/s²).

Asimismo, puede calcularse el NPSH_d con esta fórmula con todas las unidades en metros y despreciando la pérdida de presión debida a la velocidad recogidas en la ecuación, resultando:

$$NPSH_d = H_a - H_s - H_v - H_f \quad (16)$$

Dónde:

H_a: Es la altura de la presión atmosférica (mca).

H_s: Es la altura de succión o distancia vertical entre el nivel mínimo de agua y el eje de la bomba (mca).

Hv: Es la altura de la presión de vapor, que depende de la temperatura del líquido (mca).

Hf: Son las pérdidas de fricción de la tubería y accesorios del circuito de aspiración (mca).

La pérdida de carga son las resistencias por rozamiento o fricción que ofrecen los fluidos a su paso por las tuberías y accesorios del circuito de aspiración en este caso. Se obtiene con la fórmula de *Hazen Williams* que muestra a continuación.

$$p = \frac{6,05 \cdot 10^5 \cdot (L_t + L_e) \cdot Q^{1,85} \cdot 10,2}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \quad (17)$$

Dónde:

P: Es la pérdida de carga (mca).

Q: Es el caudal que circula (l/min).

d: es el diámetro interior medio del tubo (mm)

C: Es una constante para el tipo y condición del tubo, y se determina según la tabla de valores coeficiente C de *Hazen Williams en anexo 15*.

Lt: Es la longitud total del tubo de aspiración (m).

Le: Es la longitud equivalente en metros de tubo, según los accesorios y válvulas que haya en el recorrido de aspiración (m).

A continuación se muestra la tabla con los parámetros utilizados para obtener las longitudes equivalentes de accesorios y válvulas en tubería de aspiración según la ecuación 17.

Concepto	Tubería 8"	Tubería 4"
Lt (m)	48	2
Le (m)	19	6
Caudal Q (l/min)	1166,6	
C tuberías fundición nuevas y lisas (constante)	130	
Diámetro interior tubería (mm)	203,2	101,6
Perdida de carga (mca)	0,14	0,48
Total Ha (mca)	0,62	

Tabla 17. Longitudes equivalentes en metros columna agua según los accesorios y válvulas de la tubería de aspiración de la bomba.

La altura de la presión atmosférica (H_a) se obtiene del anexo 15. La zona del almacenamiento se considera a nivel del mar con lo que se parte de una presión atmosférica equivalente a 10,3 m absolutos positivos.

La altura de succión (H_s) según la figura 7 se establece una diferencia de nivel positivo de 0,5 m.

La altura de la presión de vapor (H_v) se obtiene de hoja de seguridad del producto con un valor de 16 mmHg que equivalen a 0,22 mca.

A partir de los datos obtenidos se calcula el NPSHd disponible en la entrada de la tubería mediante la ecuación 16.

$$NPSHd = 10,3 - 0,5 - 0,22 - 0,62 = 8,96 \text{ mca} \quad (18)$$

Con el resultado obtenido vemos que el valor del NPSH requerido de la bomba seleccionada debe ser menor que 8,96 mca.

9.7.1.3 Altura útil manométrica

La altura útil manométrica se define como la energía necesaria por unidad de peso para que circule el líquido del punto inicial de aspiración hasta el punto final de impulsión, es decir, la energía necesaria por la bomba para impulsar el fluido superando todos los obstáculos. Se obtiene a partir de la siguiente ecuación.

$$H_{\text{útil}} = H_g + P_c + 10 \cdot \frac{P_i + P_a}{\gamma} \quad (19)$$

Donde:

H_g : Representa a la altura geométrica que debe vencer el fluido (m).

P_c : Es la pérdida de carga del fluido a su paso por las tuberías, válvulas, etc (m).

$P_i - P_a / \gamma$: Representa la presión diferencial existente entre las superficies del líquido en la impulsión y la aspiración de la bomba, dividido por su peso específico (m).

En este caso, el tanque de alimentación no trabaja a presión desde el cual se realiza la aspiración, lo mismo pasa con el depósito final de impulsión, se consideran espacios abiertos a la atmósfera. Las presiones de aspiración e impulsión en la superficie del líquido serán iguales ($P_a = P_i$) y por tanto ésta componente resultará cero ($P_a - P_i = 0$) y será tenido en cuenta el diferencial de presión.

Con lo que obtenemos la siguiente ecuación:

$$H_{util} = H_g + P_c \quad (20)$$

$$H_{útil} = H_{aspiración} + H_{impulsión} \quad (21)$$

$$H_{útil} = H_a + P_{c,a} + H_i + P_{c,i} \quad (22)$$

Para realizar el cálculo de la altura manométrica que debe proporcionar la bomba, se calcula la altura geométrica que debe salvar el fluido en su recorrido y sumarle la pérdida de carga por rozamiento producida en la instalación. Dicha pérdida de carga se calcula en los tramos de aspiración e impulsión por separado y a continuación se suman para obtener la altura manométrica total del sistema de bombeo.

Para calcular la pérdida de carga que se incurre en el tramo de aspiración se calcula su longitud equivalente ($L_{eq,a}$), que incluye la longitud real más la correspondiente a los accesorios. La longitud equivalente que se ajusta a cada accesorio se ha obtenido en el anexo 15.

Sumando los valores de las alturas geométricas y las longitudes equivalentes de los accesorios de la tubería, se obtiene la longitud útil equivalente del sistema para la tubería de aspiración e impulsión.

Las pérdidas de carga de la tubería ($P_{c,a}$ y $P_{c,i}$) de los tramos rectos se obtiene a partir del anexo 14. Esta tabla permite calcular las pérdidas de carga para tuberías de hierro fundido expresadas en metros, por cada 100 metros de tubería de polietileno, en función de su diámetro y caudal que circula.

A continuación se muestra una tabla resumen de las pérdidas de carga de los parámetros utilizados en el cálculo y los resultados obtenidos de estos.

Perdidas de carga aspiración					
Pc,a₁ Accesorios 8"	Uds.	(m)	Pc,a₂ Accesorios 4"	Uds.	(m)
Codo radio largo 8"	5	15	Válvula compuerta abierta 4"	1	1
Válvula compuerta abierta 8"	2	4	Reductor concéntrico 4"	1	5
Total Leq,a (m)	19		Total Leq,a (m)	6	
Pc,a₁ Tuberías 8"	(m)		Pc,a₂ Tuberías 4"	(m)	
Longitud (m)	48		Longitud (m)	2	
Equivalencia metros totales	67		Equivalencia metros totales	8	
Factor (mca/100m tubería) 8"	0,27		Factor(mca/100m tubería) 4"	6,8	
Pc,a ₁	0,18		Pc,a ₂	0,54	
Pc,a Total				0,72	

Tabla 18. Valores de la pérdida de carga por accesorios y tramo recto de tuberías para la aspiración de la bomba.

Perdidas de carga impulsión		
Pc,i Accesorios 3"	Uds.	(m)
Codo radio largo 3"	2	1,8
Válvula compuerta abierta 3"	5	2,5
Válvula antiretorno 3"	1	8,5
Total Leq,i (m)	12.8	
Pc,i Tuberías 3"	(m)	
Longitud (m)	25	
Equivalencia metros totales	37,8	
Factor (mca/100m tubería)	31	
Pc,i Total	11,72	

Tabla 19. Valores de la pérdida de carga por accesorios y tramo recto de tuberías para la impulsión de la bomba.

Por lo tanto, la altura útil manométrica total ($H_{\text{útil}}$) que debe proporcionar la bomba se obtiene a partir de la ecuación 22.

$$H_{\text{útil}} = -0,5 + 0,72 + 9 + 11,72 = 20,9 \text{ m} \quad (23)$$

Con los datos obtenidos se procede a la selección de la bomba, a partir de la tabla de selección que proporciona cada fabricante. Esta permite obtener el modelo en este caso de una bomba centrífuga auto-aspirante que entre características técnicas ofrezca las mejores prestaciones y la mayor adaptabilidad al sistema, entre toda la gama de bombas que dispone el fabricante.

A partir de la tabla de selección, se entra con los valores de caudal y la altura útil manométrica que han sido calculados previamente y se obtiene el modelo concreto de bomba para el sistema.

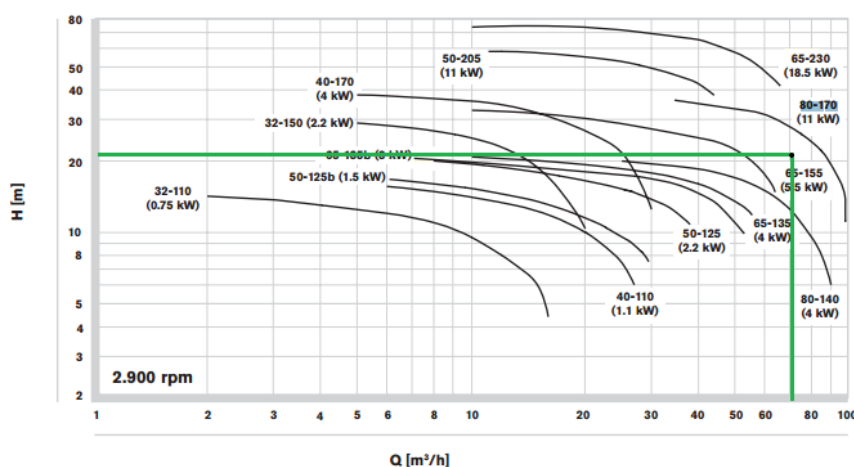


Figura 9. Tabla de selección del fabricante *SPX de Johnson pumps* con los valores introducidos para la selección de la bomba.

En este caso, se ha optado por seleccionar el equipo de bombeo del fabricante *SPX de Johnson pumps*, de cuyos catálogos se puede extraer las siguiente tablas de selección de bombas.

La bomba que más se adapta según el caudal de carga de cisternas deseado 70 m³/h y la altura útil manométrica de 21 m, es la bomba centrífuga auto-aspirante FRES 80-170 HO / SS de acero inoxidable AISI 316L.

Las curvas características de la bomba se incluyen en el anexo 13. Las características principales son:

- Velocidad nominal de 2900 r.p.m. y 50 Hz.
- Altura útil 21 mca.
- Caudal de 70 m³/h.
- Potencia de 10.12 kW.
- Eficiencia de 60.1 %.
- NPSHr de 3,95 mca.

Las bombas estarán soportadas mediante una bancada construida con perfil de acero inoxidable y con patas de nivelación. Un rodete con un diámetro de 172 mm en fundición de alta calidad, eje en acero inoxidable AISI-316L, y sello mecánico en carbón-carburo de silicio con juntas tóricas EPDM.

Acoplado a la bomba irá un motor eléctrico asíncrono normalizado de jaula de ardilla, tipo cerrado y de ventilación externa. Con un aislamiento clase F y grado de protección IP55, de 4 polos y 11 kW de potencia de consumo con un voltaje de 380/415 V a 50Hz.

Finalmente, la bomba seleccionada para este proyecto ofrece un NPSH requerido según el fabricante de 3,95 mca. A partir del valor obtenido con el cálculo del NPSH disponible de 8,96 mca, se verifica que se cumple la condición para evitar el fenómeno de cavitación y con ello poder trabajar con el correcto funcionamiento de la bomba.

$$8,96 \geq 3,95 + 1 m \quad (24)$$

9.8 Recipientes de almacenaje

El almacenamiento de los productos se hará a partir de tanques cilíndricos de eje vertical de fondo plano con techo fijo cónico que nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas de gráneles líquidos alimentarios de la clase D con un coste bajo, obteniendo óptimos resultados y una correcta operación de los mismos. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas inferiores a 7 kPa.

Los procedimientos descritos a continuación para los tanques ubicados en la terminal son diseñados bajo el auspicio de las definiciones y reglas recogidas en la norma API-650.

El tanque del presente estudio se diseña para almacenar el producto con un peso específico igual a 1,5 kg/l y una temperatura de servicio de ambiente, siendo la temperatura máxima del metal de 400°C.

Asimismo se establecen las condiciones para soportar una carga permanente más la sobrecarga en techos de 125kg/m².

El tanque del presente proyecto se diseña para una acción del viento de 140 km/h.

Los tanques están equipados con sistemas de control de nivel y alarmas de alto nivel para evitar sobrelLENADOS, con el objeto de incrementar la seguridad de la instalación.

Todos los materiales que intervengan en la construcción del tanque vendrán amparados por la correspondiente certificación de ensayos, en la que figurarán sus características y composición química. Siendo estos acorde con el criterio de la Guía APPCC.

Debido a que el cálculo de espesor por condiciones de diseño es el que rige y debido que la densidad del fluido a almacenar es mayor que el agua, se podría descartar el cálculo por prueba hidrostática pero se conservará por mera información.

9.8.1 Justificación volumen tanques

A partir del estudio de la capacidad volumétrica en la modelización del suministro, el volumen obtenido de las necesidades logísticas, se distribuye en dos tanques. El recipiente de mayor tamaño estará diseñado para almacenar 2/3 del volumen total y el otro recipiente con 1/3 del volumen de producto.

9.8.2 Características constructivas

Según los requerimientos mecánicos y de diseño para la construcción de los tanques de almacenamiento, es importante seleccionar el acero adecuado según nuestras necesidades. En este caso se ha optado por el acero inoxidable AISI 316L por sus características mecánicas y la baja concentración de carbono que lo hacen ideal para el producto que se almacenará en su interior.

Para dimensionar la envergadura de los tanques se fija la altura por decisión técnica y con el volumen proyectado, se obtiene el diámetro máximo del tanque.

Con esto, el diámetro máximo del tanque queda limitado según la siguiente expresión:

$$D = \left(\sqrt{\frac{V}{\pi \cdot h}}\right) \cdot 2 \quad (25)$$

Las características de los tanques diseñados para productos de clase D para la elaboración de esta terminal son las siguientes:

Tanque	T-101	T-102
Diámetro (m)	7,98	10,09
Altura nominal tanque (m)	12	15
Capacidad volumétrica (m ³)	600	1.200
Material de las chapas	316L	
Altura nominal chapas (mm)	2.000	
Estrés permitido por las condiciones de diseño (MPa)	170	
Estrés permitido en prueba hidrostática (MPa)	196	

Tabla 120. Características de diseño básicas de los tanques almacenamiento Alimet®.

9.8.3 Espesores del cuerpo

Para medir el espesor del cuerpo del tanque de almacenaje utilizamos el método de un pie. Este método calcula el espesor requerido de la pared del tanque, por condiciones de diseño y de prueba hidrostática, considerando una sección transversal ubicada a 304,8 mm (1 pie) por debajo de la unión de cada anillo.

Según API-650, este método sólo es aplicable en tanques con un diámetro igual o menor a 60.960 mm. Los tanques a diseñar tienen un diámetro muy por debajo de este límite.

El espesor de la pared del cuerpo requerido para resistir la carga hidrostática será mayor que el calculado por condiciones de diseño o por condiciones de prueba hidrostática, pero en ningún caso será menor a lo que se muestra en la tabla.

Diámetro nominal (m)	Espesor mínimo (mm)
< 15,24	4,76

Tabla 21. Espesor mínimo de la pared del cuerpo del tanque exigido por el diámetro nominal del tanque.

Se procede a calcular el espesor del tanque mediante las siguientes expresiones:

$$td = \frac{0,0005 \cdot D(H-30,48)G}{sd} + CA \quad (26)$$

$$tt = \frac{0,0005 \cdot D(H-30,48)G}{St} + CA \quad (27)$$

Donde:

td: Espesores por condiciones de diseño (mm).

tt: Espesor por prueba hidrostática (mm).

D: Diámetro nominal del tanque (cm)*.

*(El diámetro nominal del tanque se mide en la fibra media del cuerpo)

H: Altura de diseño del nivel del líquido (cm).

G: Densidad relativa del líquido a almacenar o del agua para cálculo por prueba hidrostática (kg/m³).

CA: Corrosión permisible (mm).

Sd: Esfuerzo permisible por condiciones de diseño (kg / cm²).

St: Esfuerzo permisible por condiciones de prueba hidrostática (kg / cm²).

Cabe decir, que aunque la densidad específica del Alimet® es 1,22 g/cm³ a 20°C a la hora de hacer el cálculo se ha utilizado una densidad de 1,5 g/cm³ para hacerlo más versátil y poder almacenar otros productos en caso que algún día hiciera falta. Por lo tanto, nunca nos dará más grande el grosor mínimo de la chapa referente a la prueba hidráulica respecto al de diseño. Aun así se calcularán los dos.

Una vez obtenidos los diferentes resultados para las dos ecuaciones anteriores, de estas dos expresiones se escoge el resultado más desfavorable, tanto para el diseño del tanque como para la prueba hidráulica, es decir, el que exija un espesor mayor del cuerpo del tanque.

El número de virolas que se necesitan, se determina una vez determinando la altura de la chapa y sabiendo la altura total del tanque, se determina el número de virolas haciendo la relación y se obtiene el número de virolas por tanque.

A continuación se muestran las tablas con los resultados de los espesores del cuerpo para cada uno de los tanques.

Espesores cuerpo tanque T-101				
Virola	Altura suelo virola (m)	td (mm)	tt(mm)	Espesor comercial (mm)
1	12	4,04	3,50	5
2	10	3,34	2,90	5*
3	8	2,65	2,30	5*
4	6	1,96	1,70	5*
5	4	1,27	1,11	5*
6	2	0,58	0,51	5*

*espesor mínimo requerido por la norma API-650 según diámetro del tanque.

Tabla 22.Espesores del cuerpo del tanque T-101 por condiciones de diseño y por prueba hidrostática.

Espesores cuerpo tanque T-102				
Viola	Altura suelo viola (m)	td (mm)	tt(mm)	Espesor comercial (mm)
1	15	6,42	5,56	7
2	13	5,55	4,80	6
3	11	4,67	4,05	5
4	9	3,80	3,29	5*
5	7	2,92	2,53	5*
6	5	2,05	1,78	5*
7	3	1,18	1,02	5*
8	1	0,30	0,26	5*

*espesor mínimo requerido por la noma API-650 según diámetro del tanque.

Tabla 23. Espesores del cuerpo del tanque T-102 por condiciones de diseño y por prueba hidrostática.

Una vez obtenido el espesor de los paneles de acero inoxidable que forman el tanque, se determina la cantidad de paneles que harían falta para la construcción del tanque con un perfil comercial. Las dimensiones de los paneles en ambos casos es de 5.000 x 2.000mm.

El procedimiento de cálculo se muestra con la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ paneles por nivel} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{\text{longitud panel}} \quad (28)$$

A continuación se muestran el número de paneles necesarios para la construcción del cuerpo de los tanques.

Concepto	T-01	T-02
Nº paneles por nivel	5,01	6,34
Nº paneles real	5	7
Nº virolas	6	8
Nº paneles Total	30	56

Tabla 24. Numero de paneles necesarios para la construcción del cuerpo de los tanques.

Por lo general, en la construcción del cuerpo del tanque las placas son intercaladas entre anillos, los cordones de soldadura verticales no coinciden entre un anillo y otro. A su vez las tuberías, bocas de hombre y conexiones se evitan colocar en medio de las uniones entre placas para poder evitar crear puntos débiles.

9.8.4 Espesor fondo tanque

En el diseño del fondo del tanque depende de premisas como: los cimientos usados para soportar el tanque, el método que se utilizará para desalojar el producto almacenado, el grado de sedimentación de sólidos en suspensión, la corrosión del fondo y el tamaño del tanque. Lo que nos conduce al uso de un fondo plano, donde la resistencia permisible del suelo deberá ser por lo menos de 1.465 Kg/cm^2 según establece la norma.

Los fondos de tanques de almacenamiento cilíndricos verticales son generalmente fabricados de placas de acero con un espesor menor al usado en el cuerpo. Esto es posible para el fondo, porque se encuentra soportado por una base de concreto, arena o asfalto, los cuales soportarán el peso de la columna del producto. Además, la función del fondo es lograr la hermeticidad para que el producto no se filtre por la base.

Si las placas del fondo descansan simétricamente en relación a las líneas de centros del tanque, el número de placas empleadas en la fabricación del fondo se reduce al mínimo. Esto es una gran ventaja, porque las placas pueden estar a escuadrada y cortadas en grupos.

El fondo del tanque junto con el peso del cuerpo que descansa sobre esta sección se atribuye una concentración de esfuerzos que para prevenir deformaciones al soldar, se usarán placas que tengan un espesor mínimo nominal de 6,3 mm.

Estos espesores consideran que las planchas se ubicarán sobre una base de hormigón uniforme previamente construida bajo los parámetros de diseño que indica la Norma.

El fondo tendrá que ser de un diámetro mayor que el diámetro exterior del tanque, por lo menos 51mm. Al igual que el cuerpo, el fondo está constituido por paneles de al menos $5.000 \times 2.000 \text{ mm}$ y de 7 mm de espesor según la norma API-650. El fondo debe estar en pendiente, para propiciar la salida de agua drenada por las tuberías.

La unión de las chapas del fondo se realizará por soldadura simple en el solape de las chapas, esto se hace con el fin de absorber las deformaciones sufridas por el fondo si las placas fueran soldadas al tope, situadas aproximadamente en el mismo plano, soldadas solamente por la cara superior, con el uso de una llanta de respaldo en la cara inferior.

9.8.4.1 Placas fondo tanque

En este apartado se realiza el cálculo de la cantidad de paneles que son necesarios para que cada tanque sea construido.

Una vez que se tiene marcados los puntos en la placa se trazará el arco de circunferencia sobre estas con el radio exterior del fondo, sobre el cual tendrá que cortarse la placa.

Para el diseño del fondo de los tanques se ha elegido estas configuraciones ateniendo al número mínimo de placas usadas como posteriormente se puede observar en el cálculo de la superficie.

Se muestra la distribución de los paneles donde se puede observar en la parte central los paneles completos y en la periferia del fondo, los paneles no completos, estos se contarán como mitades.

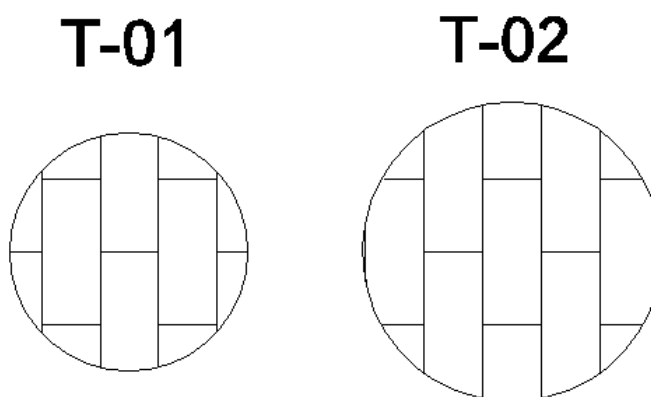


Figura 10. Esquema distribución placas fondo tanque.

El nº de placas del fondo se obtiene con las siguientes ecuaciones:

$$A_{fondo} = \frac{\pi \cdot D'^2}{4} \quad (29)$$

$$A_{PL} = b \cdot h \quad (30)$$

$$N^{\circ}_{PL} = \frac{A_{fondo}}{A_{PL}} \quad (31)$$

Donde:

A_{fondo} : Área fondo tanque (m²).

D' : diámetro tanque, +51 mm por lado por especificación norma (m).

A_{PL} : área placa de fondo (m²).

b : base de la placa (m).

h : altura de la placa (m).

N°_{PL} : Número de placas fondo.

Concepto	T-101	T-102
A_{fondo} (m ²)	51,28	81,62
D' (m)	8,08	10,19
A_{PL} (m ²)	10	10

Nº _{PL}	5,13	8,16
Nº _{PL} aprox.	6	9

Tabla 25. Número de placas de acero para el fondo de los tanques.

9.8.5 Techos. Diseño y espesores.

Los techos auto-soportados ya sean tipo cónico, domo, o sombrilla, tiene la característica de estar apoyados únicamente en su periferia, calculados y diseñados para que su forma geométrica, en combinación con el espesor mínimo requerido, absorban la carga generada por su propio peso más las cargas vivas, a diferencia de los techos soportados que contarán con una estructura que admita dichas cargas.

Los techos cónicos, auto-soportados son empleados en tanques relativamente pequeños. Este consiste en un cono formado de placas soldadas a tope, el cual por su forma física, además de confirmar mediante un análisis de flexión basado en la teoría de placas, es capaz de sostenerse sin ningún elemento estructural y únicamente soportado en su periferia por el perfil de coronamiento.

Estos techos son diseñados es recomendable fabricar estos en un diámetro máximo de 12.192 mm.

Los techos cónicos auto-soportados tendrán como máximo una pendiente de 37°, y como mínimo 9,5°, con respecto a la horizontal.

El espesor estará determinado por la siguiente expresión, pero no deberá ser menor de 4,76 mm y no mayor de 12,7 mm.

$$Tt = \frac{D}{4800 \cdot \text{sen}\theta} \quad (32)$$

Donde:

Tt: Espesor mínimo requerido (cm).

D: Diámetro medio del tanque (cm).

θ: Ángulo con respecto a la horizontal (grados).

A continuación se muestran una tabla con los resultados de los espesores del techo cónico auto-soportado para cada uno de los tanques.

Concepto	T-02	T-01
Angulo (°)	25	25
Tt (mm)	3,93	4,98
Espesor final (mm)	5*	5

*espesor mínimo requerido por la noma API-650 según diámetro del tanque.

Tabla 26. Características técnicas de los techos cónicos de los tanques.

El armado del techo sigue los mismos requerimientos y procedimientos que el fondo. Estos son generalmente fabricados por placas rectangulares soldadas a tope, partiendo de un disco cuyo radio es la hipotenusa del cono en el cual se distribuirán las placas. A dicho disco se le practicará un corte para que el techo, al ser izado, cierre y tome forma de cono, de acuerdo con lo siguiente imagen.

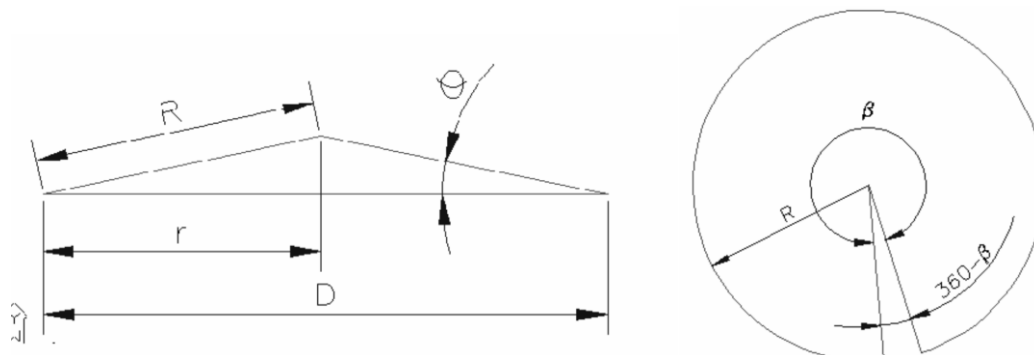


Figura 10. Vistas techo cónico con los parámetros de diseño más relevantes.

La expresión que define el ángulo de corte para modelar la estructura es la siguiente:

$$y = 360 - 360r/R \quad (33)$$

Donde:

D: Diámetro de asientos del cono (cm).

r: Radio del disco o hipotenusa del cono (cm).

θ: Ángulo del cono con respecto a la horizontal (grados).

β: Ángulo de corte del disco (grados).

y: Ángulo de corte interior disco (grados).

Concepto	T-101	T-102
y(°)	33,73	33,73
r (cm)	398,95	504,63
R (cm)	440,19	556,81
β (°)	326,27	326,27

Tabla 27. Valores del dimensionamiento angular del techo de los tanques.

9.8.6 Perfil de coronamiento techos cónicos

El perfil de coronamiento para techos cónicos auto-soportado de los tanques es un elemento de suma importancia porque, además de soportar el peso del techo, rigidiza al cuerpo evitando una posible deformación u ovalamiento en la parte superior del cuerpo, además de lograr un sello entre el cuerpo y el techo.

El área de la sección transversal para el perfil sobre el cual descansa un techo cónico auto-soportado se determina por la siguiente ecuación.

$$A = \frac{D^2}{432000 \cdot \text{sen}\theta} \quad (34)$$

Donde:

A: Área de la sección transversal (cm²).

D: Diámetro de asiento del cono (cm).

θ: Ángulo con respecto a la horizontal (grados).

Aplicando la ecuación anterior se obtienen los siguientes valores para el perfil de coronamiento de los tanques.

Concepto	T-101	T-102
D asiento cono (cm)	798,90	1010,87
θ (°)	25	25
A sección transversal (cm ²)	3,50	5,60
Perfil normalizado L	LF 80.40.4	LF 100.50.5

Tabla 28. Valores de diseño del perfil de coronamiento de los tanques.

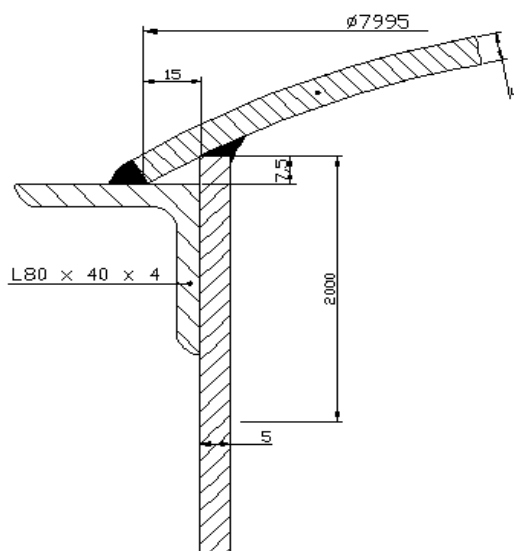


Figura 12. Detalle del perfil coronamiento del T-101.

9.8.7 Prueba hidráulica del tanque

Antes de la puesta en servicio de los tanques de almacenamiento, se deben realizar pruebas preliminares, estas pruebas repercuten en el sistema hidráulico, en sistema eléctrico y de control de la instalación.

Para la realización de la prueba hidrostática del tanque, se debe preparar el Plan de Prueba. Este plan tiene como objetivo delimitar y definir la magnitud de los niveles a los que se realiza la prueba, conforme al procedimiento planeado y los requisitos establecidos en el Código API-650.

Para la realización de la prueba, se debe disponer de la siguiente información incluida en este Procedimiento:

- Puntos de aislamiento, tales como bridas ciegas y tapones.
- Puntos de llenado y vaciado.
- Alcance y duración de la prueba.
- Presiones máximas y mínimas.

La realización de la prueba hidrostática se distribuye en las siguientes fases:

9.8.7.1 Verificación de las condiciones de inicio

Se realizan todos los chequeos necesarios como:

Verificar que todos los trabajos mecánicos han sido finalizados y las soldaduras han sido inspeccionadas.

Todas las bridas, boquillas y orificios deben sellarse utilizando bridas ciegas, tapones o cabezales.

El tanque no debe tener ninguna conexión a tuberías rígidas externas salvo la de llenado que será mediante una manguera flexible para trabajar cómodamente durante el asentamiento del cuerpo del tanque durante la carga.

Se tomarán los puntos de control necesarios para observar el comportamiento del tanque en general.

9.8.7.2 Capitación de agua

El agua debe tener la calidad apropiada para la prueba, debe inspeccionarse previamente y debe estar certificada.

Durante la prueba hidrostática, no se debe usar ningún tipo de aditivo o químico corrosivo como silicato de sodio o sales que detengan el goteo.

Una vez finalizadas las pruebas, el agua utilizada para esta actividad, se utilizará como riego para los tramos de vía a adecuar.

9.8.7.3 Llenado del tanque

El llenado del tanque se efectúa en cuatro etapas de modo que la altura se divide en cuatro partes aproximadamente iguales y debe ser inspeccionado durante la operación de llenado.

Durante el llenado se debe verificar la estanqueidad del tanque, tanto de las juntas soldadas, como de los elementos y partes que componen el tanque.

Se tomarán lecturas de hermeticidad durante las diferentes fases de llenado. Los niveles establecidos, deben chequearse y documentarse. Si los niveles están dentro de los límites especificados, la prueba puede continuar.

Durante el llenado se comprobará la nivelación geográfica de la cimentación del tanque y su asentamiento en el terreno.

9.8.7.4 Control de estanqueidad

Todas las superficies de contacto herméticas tales como bocas, ingresos, boquillas y cualquier otra conexión deben inspeccionarse visualmente para comprobar que no exista ningún tipo de fuga del fluido de prueba.

Cuando se detecte algún tipo de poros o grietas menores que ocasionen goteo, se marcará debidamente localizando su posición exacta y se continuará la prueba hasta su finalización. Una vez vaciado el tanque se efectuarán las reparaciones pertinentes a los defectos encontrados y estas deberán ser efectuadas por una empresa calificada.

Se deja descansar al tanque de almacenamiento por un período de 24 horas, luego de esto se inspeccionan los niveles nuevamente registrando los valores correspondientes.

Una vez terminada la inspección con la obtención de resultados satisfactorios en la prueba hidrostática en ejecutada, el registro deberá ser aprobado por el cliente y el mismo pasará a formar parte del Dossier de Calidad.

9.8.7.5 Medidas de seguridad

El área de pruebas hidrostáticas se delimitan las áreas críticas a efectos de impedir el acceso de personal no autorizado, se colocan señales de advertencia, ingresen solamente supervisores y personal autorizados.

Se realiza una inspección previa de todos los instrumentos y equipos de prueba, con el fin de verificar su funcionamiento. Si una fuga se produce el personal del área que cuenta con absorbentes para derrames los usa inmediatamente.

Se solicita permiso de trabajo, indicando las presiones a que estará sometida la línea; se anexa información para indicar la fuente de captación del agua

Los equipos de protección personal son de uso obligatorio para los trabajadores.

Mantener un estricto control para el tránsito o movilización de personal y equipo en el sitio de la prueba.

Se debe tener precaución con cualquier fuente de energía eléctrica en el área que pueda estar expuesta a fugas de agua.

9.8.8 Control de nivel tanque

El control del nivel de fluidos en el interior de recipientes son procesos utilizados en aplicaciones industriales de almacenamiento y distribución de productos, los cuales son operados de forma manual o automática. En las grandes industrias o en los procesos donde se requiere precisión, el control y la automatización del proceso es la herramienta más eficiente a la hora de comparar los resultados.

El modelamiento del proceso, consiste en la caracterización de los subsistemas y la obtención de sus respectivas función de transferencia que describen la relación entre el caudal de entrada del tanque y el nivel de líquido.

Los sistemas de control industrial pueden ser operados como sistemas de lazo abierto o cerrado, este mide la salida del proceso para compararlo con el valor deseado y poder ajustar automáticamente. En un control de lazo abierto, se ajusta el valor del controlador en función del valor deseado (*set point*), pero el inconveniente la falta de retroalimentación, en este caso es la ausencia de medición del valor real en línea.

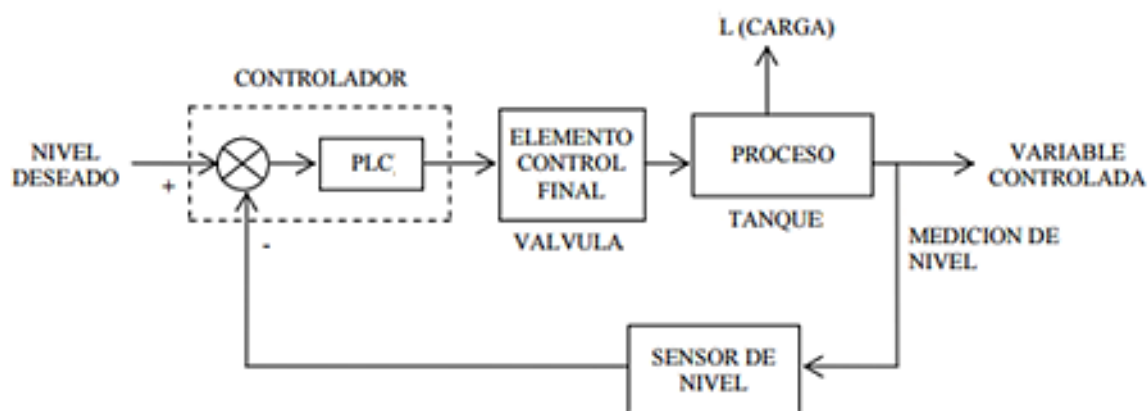


Figura 13. Sistema de control de nivel tanque de lazo cerrado.

9.8.8.1 Elementos del control de nivel

El sensor es el encargado de medir, detectando la variabilidad del volumen ocupado en el tanque, este debe ser resistente al ambiente agresivo industrial. Se recomienda un sensor de nivel por ultrasonidos para una combinación de medición continua del nivel o la detección del nivel límite.

El controlador PLC ajusta el proceso según los parámetros deseados y el estado real en que se encuentra para automatizar los procesos electromecánicos. El controlador del sistema establece que los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado.

Elemento de control final es el actuador que realiza la acción según la orden dada por el controlador. Es el encargado de ajustar mediante medios mecánicos el sistema según la variable de nivel asignado por el sistema. El actuador posiciona la válvula en conformidad con las órdenes de maniobra procedentes del sistema de automatización

El proceso es el sistema físico de control, en este caso el tanque de almacenamiento.

El sistema de control del nivel del tanque está compuesto por 4 puntos claves que actuaran según la situación operativa. Estos son:

- **LL:** Un detector denominado low level (ll), que informa del bajo nivel de producto en el tanque durante la descarga de producto en el tanque. El nivel de producto es mínimo para el control de las materias en suspensión y para cambiar una válvula más pequeña para el vaciado del tanque. Los tanques están dotados de alarma de bajo nivel.
- **HL:** Un detector denominado high level (hl), que informa del nivel alto de producto en el tanque durante la carga del recipiente. El producto alcanza el 80% de la capacidad, el equipo emite una señal para avisar a sala de control que la carga del tanque está llegando a su límite y que dese el buque empiecen a disminuir la transferencia de mercancías.
- **HHL:** Un detector denominado high high level (hhl), que informan del nivel límite del tanque. Para evitar reboses del líquido, los tanques están dotados de una alarma, el mismo equipo emite un mensaje y en el peor de los casos corta la válvula de entrada, cuando el líquido está a punto de rebosar
- **HS.** Los tres puntos anteriores son enlazados mediante la válvula de control hand swich (HS), su función principal es el control del flujo que llega o sale del tanque variando la apertura de la electroválvula.

9.8.9 Venteos

Los tanques atmosféricos de almacenamiento de productos deben disponer de sistema de venteo para prevenir la formación de vacío o presión interna durante los procesos de manipulación de líquidos, para evitar la deformación estructural de las partes del tanque como en consecuencia durante la carga desde un buque, la descarga a cisternas o cambios de temperatura ambiente.

Su función principal es controlar la respiración de los tanques de almacenamiento atmosféricos obteniendo como mayor bondad el control de emisiones a la atmósfera, y generando ahorros, mayor seguridad y protección ambiental.

En el caso de almacenamiento atmosféricos la capacidad total de venteo puede ser determinada según la norma MIE-APQ-1. O con un área equivalente al valor más alto de la suma de conexiones de llenado o vaciado simultáneo, pero en ningún caso menor a un diámetro interior de 35 mm.

La válvula de venteo mantiene cerrado el tanque, alivia la presión y el vacío cuando:

- Hay carga de producto o evaporación por radiación solar, en estos supuestos, se generan vapores y/o gases que deben ser expulsados de una forma cotidiana para evitar sobre presión.
- Hay descarga de producto o condensación por baja de temperatura del medio ambiente y se debe compensar ese vacío existente, por medio de entrada controlada de aire del exterior o si las condiciones lo requieren entra se activa el sistema de entrada de gas inerte.

Cuando el venteo de emergencia esta encomendado a una válvula o dispositivo, la capacidad total de venteo normal y de emergencia serán suficientes para prevenir cualquier sobrepresión que pueda originar la ruptura del cuerpo o fondo del recipiente.

El venteo de emergencia está relacionado con la superficie húmeda del recipiente que puede estar expuesta a un fuego exterior. Dicha superficie se calcula sobre los primeros 10 metros del suelo de un tanque vertical y se descontara la parte de superficie que este en contacto con el suelo.

9.8.9.1 Cálculo del venteo total para líquidos estables

Para el dimensionamiento de la válvula de venteo se tienen en cuenta las condiciones críticas de la operación normal: los flujos de ingreso y desalojo del fluido, los requerimientos normales de venteo, así como los requerimientos por expansión térmica del fluido almacenado.

La capacidad de venteo que deben tener los tanques se obtiene a partir de la siguiente expresión.

$$m^3 \text{ aire/hora} = (4,414 \cdot Q) / (L \cdot PM^{0,5}) \quad (35)$$

Donde:

Q=Calor recibido (kJ/h).

L=Calor latente de vaporización (kJ/kg).

PM=Peso molecular (kg).

EL calor recibido en caso de fuego externo Q se determina por:

$$Q = 139,7 \cdot F \cdot A^{0,82} \cdot 10^3 \quad (36)$$

Donde:

F= Factor sin dimensiones. Se toma 0,3 aplicando el caso con sistema de pulverizadores de agua fijos y automáticos para la prevención de incendios y cubeto separado.

A= superficie húmeda (m²).

Aplicando las ecuaciones anteriores se obtienen los valores de diseño más significativos para el cálculo del venteo total.

Concepto	T-101	T-102
F	0,3	
A (m ²)	300,7	397,4
Q (KJ/h)	4512244,5	5671413,6
L (KJ/Kg)	2734,6	
PM (Kg/Kmol)	150	
m ³ / hora de aire	596,7	747,5

Tabla 29. Capacidad de aire de venteo total de los tanques.

Cuando por requerimientos del proceso o incompatibilidad del líquido almacenado, no es conveniente permitir el ingreso de aire al tanque para compensar el vacío, se requiere el uso de una válvula de tres vías citada válvula de vacío dirigido. Dicho elemento permite una inyección de un gas inerte mediante una conexión en la cámara de vacío de la válvula, que aísla la entrada de aire.

Cada uno de los tanques dispondrá de una válvula de alivio y de vacío dirigido de acero inoxidable tipo 316.

9.8.10 Drenes y sumideros

Los tanques de almacenamiento también deberán contar con una boquilla por lo menos para el drenado de lodos, la cual podrá estar al ras del fondo, dirigidas a un sumidero o por debajo del tanque.

Los sumideros y conexiones en el fondo tendrán particular atención para el relleno y compactación del suelo para prevenir asentamientos irregulares del tanque, así como para las conexiones y soportes, que tendrán que ser calculadas para confirmar la resistencia del arreglo contra las cargas estáticas y dinámicas, así como de flexión y esfuerzos permisibles.

9.8.11 Escaleras y plataformas

Las escaleras, plataformas y barandales tienen la finalidad de situar al personal que así lo requiera en una zona del tanque que necesite de constante mantenimiento o supervisión, generalmente sobre el techo donde se localizan diversas boquillas y la entrada hombre, además de brindar protección y seguridad al personal.

Los tanques de la terminal dispondrán de dos escaleras por cubeto de retención, colocadas en el inicio y el final de la línea que forman los grupos de tanques. Estos estarán unidos mediante una pasarela suspendida desde el techo de los tanques para comunicarse entre ellos. Las dimensiones de las escaleras están regidas por la norma API-650, se puede ver un esquema en el anexo 7.

9.9 Zonas de descarga

La plataforma en la que se estacionan los vehículos durante la carga/descarga tendrá una pendiente del 1% hacia los sumideros de evacuación, de tal forma que cualquier derrame accidental fluya rápidamente hacia ellos. El sumidero se conectará con la red de aguas contaminadas o a un recipiente o balsa de recogida.

La pendiente y configuración de la plataforma será tal que si existiese una instalación de agua pulverizada, ésta se recoja en los citados sumideros, pasando a una conducción con diámetro y pendiente adecuados para dicho caudal.

La instalación de descarga de cisternas tiene una capacidad para cinco brazos de carga de camiones cisterna con de los cuales uno es exclusivamente dedicado al Alimet® con una velocidad de carga de 70m³/h. Lo que se estima que la carga de los camiones cisternas de 25 Tm se realicen en un tiempo aproximado de 20 minutos.

9.10 Red abastecimiento agua potable

La terminal dispone de una instalación de agua dulce mediante un tanque de almacenamiento de 50 m³ de acero galvanizado que tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia para abastecer distintas funciones como: limpieza de tanques, riegos, lavajos, duchas de seguridad.

La red estará compuesta por: estación de bombeo, tuberías principales y secundarias, válvulas que permitan operar la red y sectorizar el suministro en casos excepcionales. Como son en casos de rupturas y en casos de emergencias por escasez de agua.

9.11 Vallado

Toda la planta de almacenamiento de superficie debe disponer de un cerramiento al exterior rodeando el conjunto de sus instalaciones. La altura mínima será según establece la norma de:

Almacenamientos globales superiores a 2.000 m³, la altura del vallado es 2,50 m.

Este cerramiento no debe obstaculizar la aireación y se realizará preferentemente con malla metálica. Sin embargo podrá ser muro macizo en ciertos casos, particularmente en la proximidad de zonas clasificadas como Clase I de la División 1 en la norma UNE 20.322 que limitan con vías de comunicación pública, zonas habitadas o peligrosas. El cerramiento debe construirse de forma que no obstaculice la intervención y evacuación en caso de necesidad, mediante accesos estratégicamente situados.

Las puertas que se abran sobre vías exteriores deben tener un ancho suficiente o una zona adecuada de giro para que la entrada y salida de vehículos no exija maniobra.

10 Protección contra incendios en instalaciones fijas de superficie

La protección contra incendios en un almacenamiento de líquidos y sus instalaciones conexas está determinada por el tipo de líquido, la forma de almacenamiento, su situación, y/o la distancia a otros almacenamientos; por lo que en cada caso deberá seleccionarse el sistema y agente extintor que más convenga, siempre que cumpla con los requisitos mínimos que, de forma general, se establecen en la norma MIE-APQ-01.

Las instalaciones de protección contra incendios deberán cumplir las especificaciones sobre normalización relativas a materiales, componentes y aparatos de las mismas, de acuerdo con los reglamentos o normas vigentes, o en su defecto o como complemento de éstos.

Los sistemas de protección deberán mantenerse en condiciones de funcionamiento en todo momento, mediante inspecciones, pruebas, reparaciones y/o reposiciones oportunas. La instalación incluye como mínimo un grupo de bombeo auxiliar para suministrar el caudal necesario para mantener la presión del sistema.

10.1 Protección con agua.

Para los almacenamientos de superficie con red de agua contra incendios es exigible en productos para clase B cuando su capacidad global excede de 100 m³.

Aunque la normativa menciona que los productos de la clase D no exigen red de agua contra incendios los almacenamientos. Para el presente proyecto se deberá disponer de una red de agua contra incendios de igual forma se dispone de este sistema de protección adicional como cláusula de diseño en la determinación de las distancias entre instalaciones fijas y tanques de almacenamiento.

La red de agua, en este caso, deberá tener varias tomas para incendios que aseguren de forma inmediata y continua el caudal de agua requerido durante una hora, como mínimo.

La presión dinámica del agua será, como mínimo, de 1 bar en la boquilla más desfavorable hidráulicamente y en funcionamiento si la proyección se hace con boquillas pulverizadoras orientadas al tanque y, en cualquier caso, la necesaria para obtener una pulverización y cobertura adecuada, en función del tipo de boquilla utilizada.

Los diámetros de tubería se calcularán de modo que garanticen los caudales requeridos con una presión manométrica mínima, en cualquier punto de la red de 7 bar.

La red estará dispuesta preferentemente en anillo por toda la terminal y dispondrá de válvulas de corte en número suficiente para aislar cualquier sección que sea afectada por una rotura, manteniendo el resto de la red a presión de trabajo.

Las conducciones de la red específica de agua contra incendios seguirán, siempre que sea posible, el trazado de las calles. Las tuberías deberán protegerse contra cualquier tipo de daños mecánicos, así como contra las heladas y la corrosión.

La instalación estará dotada de un sistema de bombeo capaz de impulsar el caudal resultante de aplicar la tabla siguiente, a la zona de almacenamiento de mayor demanda, más el requerido por el resto de los sistemas de protección de la zona que necesiten utilizar agua simultáneamente.

Evaluación del caudal de agua necesario en caso de incendio en función del tipo de recipiente.

Considerado clase B1	T-101	T-102	T-201	T-202	T-203	T-204
Perímetro (m)	25,1	31,7	56,6	56,6	56,6	56,6
superficie vertical (m ²)	301,4	475,7	1131,7	1131,7	1131,7	1131,7
El supuesto incendiado 0,9 m ³ /h por perímetro (m ³ /h)	22,6	28,6	50,9	50,9	50,9	50,9
Situados a menos de 15 m de las paredes del supuesto 0.30 m ³ /h por superficie lateral (m ³ /h)	90,4	142,7	339,5	339,5	339,5	339,5

Tabla 30. Caudal necesario de agua en caso de incendio.

Se considera como superficie total a refrigerar. La superficie lateral para los recipientes verticales. Se añadirá el caudal necesario para la protección de las instalaciones adyacentes cuando proceda.

Cuando la presión de la red contra incendios deba conseguirse mediante bombeo, éste se ajustará a lo especificado en la norma UNE 23500.

No es necesario, en general, contemplar la coincidencia de más de un incendio de almacenamientos independientes.

Para la protección de los tanques afectados se utilizará el último anillo que descargará el caudal necesario para su refrigeración en caso de incendiarse un tanque vecino. El sistema de refrigeración del anillo para el tanque afectado se instalará en el mismo, y estará conectado a la red del anillo principal del tanque incendiado, de tal forma que al incendiarse éste, se active la refrigeración del mismo y la de sus tanques vecinos afectados.

Los hidrantes de la red de agua contra incendios estarán provistos de racores de conexión conformes a norma UNE 23400 y estarán debidamente distribuidos por toda la planta; en particular, en la proximidad de las diversas áreas de tratamiento, trasiego y almacenamiento. Para poder considerar una zona o riesgo protegidos por hidrantes, la distancia desde un punto cualquiera de su límite a nivel de rasante hasta el hidrante más próximo deberá ser inferior a 40 m.

Las vitrinas y armarios que contengan mangueras deberán situarse en puntos accesibles y serán del tamaño apropiado para poder contener todo el equipo, de forma que no se interfieran con otros elementos de la instalación. Se emplearán, exclusivamente, para equipos contra incendios y llevarán bien visible el letrero «equipo contra incendios».

10.2 Sistema de bombeo contra incendios

El suministro de agua para la red específica contra incendios será el agua de mar es la fuente ideal aprovechando la situación del emplazamiento, para la alimentación del agua del sistema contra incendios por su afluencia y ser un recurso natural inagotables, siempre capaces de garantizar, en cualquier época del año, el caudal y tiempo de autonomía requeridos y dotados del correspondiente equipo de bombeo.

El sistema de captación de agua salada estará situado en el muelle de atraque, formada por dos bombas verticales de aspiración profunda

Deberá disponerse de un volumen de agua suficiente para los máximos caudales requeridos para la completa protección de la zona afectada por el incendio y sus alrededores durante un período mínimo de 3 horas.

Cuando la fuente de suministro es pública deben tomarse las precauciones necesarias para evitar su posible contaminación por ejemplo, instalando una válvula de retención.

Todos los equipos del sistema contra incendios han de estar visible, identificados y operativos para su utilización en cualquier momento.

10.3 Protección con espuma

Los tanques de almacenamiento de líquidos de subclase B1 y clase D deberán estar dotados de protección con espuma. Los cubetos que contengan recipientes que almacenen líquidos de la subclase B1 deberán estar dotados de protección de incendios con espuma contra derrames en cubetos.

En caso de que al acogerse a medidas que permitan reducciones en distancia, se instale un sistema de protección de espuma, éste deberá reunir las siguientes características:

El caudal agua-espumógeno necesario.-Para los tanques de techo fijo se deberá suministrar un caudal mínimo de 4 litros por minuto y metro cuadrado de superficie.

El mínimo tiempo de aplicación Para tanques de techo fijo será:

- Productos clase B1: 55 minutos.
- Productos clase B2 y C: 30 minutos.
- Productos clase D: 25 minutos.

Para los tanques de techo fijo, se define a continuación, la demanda requerida de espumante, en l/min.

Concepto	T-101	T-102	T-201	T-202	T-203	T-204
Superficie vertical (m ²)	301,4	475,7	1131,7	1131,7	1131,7	1131,7
Perímetro (m)	25,1	31,7	56,6	56,6	56,6	56,6
Caudal Mín. (l/min x m2)	4	4	4	4	4	4
Tiempo mínimo aplicación (min)	25	25	25	55	55	55
Q mínimo de espumante (l/min)	1205	1902	4526	4526	4526	4526
Volumen espumante total (l)	30144	47571	113165	248964	248964	248964

Tabla 31. Caudales mínimos de espumantes que necesita la instalación.

Para la protección de incendios de derrames en cubetos deberá contarse con generadores de espuma de un caudal unitario mínimo de 11,4 m³/h. Para cubrir este requerimiento deberá disponerse, al menos, del número de generadores y tiempo mínimo de aplicación que se indican a continuación.

Diámetro del mayor de los tanques (m)	Nº de generadores requerido	Tiempo mínimo de aplicación (min)
D < 20	1	20

Tabla 32. Nº mínimo de equipos auxiliares y tiempo de funcionamiento

Se tendrá una cantidad de espumógeno suficiente para proteger el tanque de mayor superficie y su cubeto. Se dispondrá, además, de una reserva tal que en el plazo máximo de veinticuatro horas permita la reposición para la puesta en funcionamiento del sistema a plena carga.

10.3.1 Concentrado de espumas

En los tanques verticales de techo fijo, la protección habitual es el ataque del incendio con espuma física de baja expansión. Ésta se puede aplicar de forma superficial, bajo superficie o inter-superficialmente según las características establecidas por la normativa. También es usual el enfriamiento de los tanques incendiados y de los adyacentes sometidos a la radiación del incendio en el algún tanque vecino. La protección con agua es el método más común por su gran poder de enfriamiento y sofocación. Al evaporarse el agua se produce vapor que cubre el fuego, dificultando el aporte de oxígeno a la combustión.

La espuma destinada a la extinción de incendios, es un agregado estable de pequeñas burbujas, de menor densidad que los combustibles líquidos sobre los que se aplica. Esto le permite flotar sobre la superficie del combustible, impidiendo el acceso de oxígeno y evitando su mezcla con los vapores inflamables producidos en la cámara superior del tanque. El porcentaje de mezcla de espumógeno-agua será del 3%.

Todos los sistemas, sean estos fijos o móviles, que involucren a la extinción de incendios basados en agentes espumógenos, consisten de los siguientes 4 elementos: el concentrado de espuma, un dispositivo mezclador, una provisión de agua y un dispositivo de descarga.

Todos los concentrados de espumas tienen una gran efectividad incluso luego de permanecer almacenados por largos períodos de tiempo. La forma de almacenarlos, afecta significativamente la vida del producto. Los tanques de almacenaje pueden estar montados en instalaciones fijas o móviles y son capaces de entregar inmediatamente grandes volúmenes de este líquido.

10.4 Extintores

En las instalaciones del almacenamiento y en todos los accesos a los cubetos deberá haber extintores de clase adecuada al riesgo. En las zonas de manejo de líquidos inflamables donde puedan existir conexiones de mangueras, válvulas de uso frecuente o análogo, estos

extintores se encontrarán distribuidos de manera que no haya que recorrer más de 15 m desde el área protegida para alcanzar el extintor. Generalmente serán de polvo, portátiles o sobre ruedas. En las zonas de riesgo eléctrico se utilizarán, preferiblemente, extintores de CO₂.

10.5 Alarmas

EL emplazamiento dispondrá de puestos para el accionamiento de la alarma que estén a menos de 25 m de los accesos a los cubetos, bombas o estaciones de carga y descarga.

Los puestos para accionamiento de la alarma podrán ser sustituidos por transmisores portátiles en poder de vigilantes o personal de servicio u otros medios de vigilancia continua del área (CCTV, etc.).

Se establecerá una alarma acústica, perfectamente audible en toda la zona y distinta de las destinadas a otros usos. En el recinto deberá existir un teléfono para comunicaciones con los servicios de socorro exteriores.

10.6 Equipos auxiliares

Las instalaciones de almacenamiento dispondrán de los siguientes equipos auxiliares en la proximidad de puestos de trabajo, como estaciones de carga y descarga, llenado y manejo de bidones y similares, se colocarán los siguientes equipos de protección personal:

- Una manta ignífuga.
- Una estación de agua para ducha y lavaojos.
- Una máscara con filtro específico para los productos almacenados por cada operario del puesto (opcional).
- Equipo de respiración autónoma (opcional).

En los lugares accesibles y para uso en todo momento:

- Un equipo analizador de atmósfera explosiva para líquidos de la subclase B1.
- Sesenta metros de manguera, con empalmes adaptables a la red de incendios, con boquillas para chorro y pulverización.

11 Medio ambiente

A parte de los requisitos tanto en su diseño como en su explotación, la terminal desempeña el cometido de manipular y almacenar graneles líquidos. Estas acciones deben satisfacer los requerimientos ambientales más exigentes establecidos por la normativa ambiental y legislación vigente que obliga el control de actividades.

Se destacan la limpieza y mantenimiento de la maquinaria de la que se hace uso para la manipulación y el almacenamiento de graneles se lleva a cabo con objeto de garantizar su estado en condiciones óptimas. De este modo, se evitan incidencias ambientales que podrían llegar a alterar la calidad ambiental de la zona portuaria por inadecuado funcionamiento de la maquinaria.

La diferenciación entre clasificar un residuo como urbano o peligroso atiende a criterios de peligrosidad del producto de donde procede y de las sustancias con las que encuentren mezclados. Los desechos serán clasificados conforme a su tipo y características tales como: líquidos, sólidos, orgánicos, inorgánicos, biodegradables, etc. Se llevará un registro indicando el tratamiento y la disposición final.

Los residuos generados durante la manipulación y almacenamiento de graneles líquidos son en mayor parte mercancías que quedan inservibles y no pueden ser incorporadas a la carga. El derrame o fuga del producto ha supuesto una modificación de sus propiedades y consecuentemente se encuentran en mal estado. Inevitablemente, se generan residuos peligrosos como consecuencia de la ejecución de las operaciones y del mantenimiento de la maquinaria.

La terminal portuaria es la responsable de recoger, almacenar y entregar los residuos generados en sus operaciones al gestor autorizado en caso que las instalaciones propias no permitan el tratamiento adecuado por la concentración y/o tipo de producto. La finalidad fundamental es garantizar la adecuada gestión residuos generados, limpieza y orden de la explanada de trabajo.

El tratamiento de aguas debe ser el más apropiado y económico que la planta puede realizar y en acorde con las normas del Ministerio de medio ambiente. Todos los residuos líquidos del resultado de las operaciones de desembarque de productos, limpieza de tanques y líneas, foso de bombas, conexiones, etc.

En el tratamiento de aguas residuales se pueden distinguir hasta tres etapas que comprenden procesos químicos, físicos y biológicos. El sistema de depuración estará compuesto por un tratamiento primario mediante la sedimentación para preparar el agua de aquellas partículas de mayor tamaño.

En continuo, se iniciará el tratamiento secundario que comprende los procesos biológicos mediante floculación para reducir la mayor parte de la DQO y el filtrado con arenas. Con la finalidad de preparar el agua en las condiciones óptimas para el tratamiento final.

11.1 Tratamiento de aguas con carbón activo

El sistema de drenaje industrial y tratamiento de aguas residuales tiene por objetivo separar las partículas que hayan contaminado agua. Este sistema de filtración garantiza un alto rendimiento debido a su gran capacidad de adsorción de diversos elementos, sumado a la posibilidad de limpieza del lecho filtrante con gran facilidad y rapidez, así como a la capacidad de regeneración del mismo.

El carbón activo se compone en un 75-80% de carbono y un 5-10% de cenizas. Existen varios tipos de carbón activo, según la materia prima, el tipo de activación y la

duración del proceso de activación, pero, en cualquier caso, se caracteriza por su pequeño y homogéneo calibre y su estructura interna se instalan en columnas de filtrado, con o sin presión, siendo la función desarrollada por éste la de filtrado final.

La adsorción con carbón activo consiste en retirar del agua las sustancias solubles mediante el filtrado a través de un lecho de este material, esta agua no debe tener una concentración mayor en DQO de 5.000 ppm para que el sistema sea rentable. Consiguiendo así que los residuos pasen a través de los microporos, separando y reteniendo en la superficie interna de los gránulos los compuestos más pesados.

La estación depuradora de aguas estará compuesta por un sistema de sumideros, válvulas y tuberías para transportar el agua, una bomba para verter el agua tratada al medio ambiente, sistemas de control de calidad de agua.

El sistema recibirá los efluentes industriales o potenciales derrames que puedan ocurrir en los diques de contención de los tanques de almacenamiento, además de agua de las siguientes áreas anteriormente nombradas. Los sumideros tendrán un indicador para detectar la presencia de aceites. Si no se detecta aceites o contaminantes, se podrá abrir una válvula y verter el contenido en el sistema de recolección de agua de lluvia. Caso contrario se permitirá el paso del agua contaminada al sistema de separación de agua. Esto se controlará mediante una válvula de by-pass para el flujo de efluentes.

El agua que salga analizada y vertida al medio exterior debe cumplir con los parámetros mínimos exigidos por la legislación nacional. Caso contrario volverá a pasar por el separador. El agua tratada será vertida en el canal de efluentes pluviales de donde será bombeada con salida al mar. El sistema de drenajes deberá ser limpiado y mantenido periódicamente para asegurar su correcta operación.

La reutilización de aguas de proceso industrial proporciona menor impacto ambiental, ofreciendo una reducción en costes potenciales relacionados con los vertidos de aguas residuales y el suministro de agua limpia.



Figura 14. Depósitos de filtros de carbón activo para el tratamiento de agua.

12 Estudio económico

Se realiza el estudio económico para fijar los costes asignables al conjunto de actividades que engloban la cadena de suministro tal como: el transporte, almacenaje y distribución. Asimismo se evalúan los recursos empleados para la realización del trabajo y los gastos de explotación en ciclo anual.

El rendimiento económico del proyecto es evaluado considerando los costes de la cadena de suministro y los ingresos de venta obtenidos. A partir de los resultados obtenidos se podrá determinar la viabilidad de las operaciones realizadas durante la manipulación del Alimet® y la dimensión del margen económico que se quiere alcanzado, mediante la diferencia entre el precio de venta de un producto y el coste de adquisición y mantener el mismo producto antes de su venta.

Al examinar el margen se analiza viabilidad de las operaciones. Si no se tiene un margen de ganancias adecuado, un negocio no puede pagar sus gastos y obtener utilidades para su crecimiento futuro.

Un alto margen de ganancias indica que la compañía tiene una operación eficiente. Por otro lado, un bajo margen de ganancias es señal de un mercado altamente competitivo o un negocio manejado de modo ineficiente.

12.1 Coste materia prima

El precio unitario del producto alimentario Alimet® a granel asignado por el proveedor se muestra a continuación.

Precio unitario (€/Kg)	Cantidad (Kg/año)	Precio materia prima total (€/año)
1,75	12.400.000	21.700.000

Tabla 33. Precio de compra de las materia prima.

12.2 Coste transporte

Los costos del transporte son factores decisivos para la competitividad del comercio de todo país. Se considera que unos costos excesivos del transporte son obstáculos importantes para el comercio.

Los factores que determinan los costos del transporte en buques y los fletes en el mercado de graneleros se han englobado en los siguientes puntos.

Concepto	Precio unitario (€/Tm)	Coste transporte total (€/año)
Transporte marítimo	34,30	425.374
Servicios portuarios	3,95	40.816
Gestión aduanas	0,75	9.300
Coste total transporte		475.490

Tabla 34. Costes asociados al transporte.

12.3 Coste almacenaje

Los costes almacenaje se refieren no sólo al espacio que ocupan las mercancías, sino también el conjunto de servicios necesarios para trabajar. Para calcular el coste total de almacenamiento de una unidad de producto deben tenerse en cuenta los costes acumulados en los múltiples factores implicados dentro del centro de operación principal en la medida que éstos realizan una actividad necesaria para la conservación y manipulación de esos productos.

Concepto	Precio unitario	Coste almacenaje total (€/año)
Almacenaje tanques (€/m ³ ·mes)	8,3	179.280
Seguro producto (€/T) (Barco, cisterna y almacén)	6,49	80.476
Control calidad e inspección (€/operación)	1.650	9.900
Coste total almacenaje		269.656

Tabla 35. Costes asociados al almacenaje.

12.4 Coste distribución

La distribución del producto se realiza mediante el transporte terrestre en camión cisterna desde el puerto de origen hasta las diferentes localidades que se han evaluado en el estudio de mercado.

El coste del transporte terrestre incluye tanto los costes fijos y variables que están involucrados en la operación de este medio de transporte. La gestión del servicio de distribución de mercancías se lleva a cabo mediante una empresa subcontratada que simplifica la disposición de personal y vehículos cualificados para el transporte. Cosa que facilita y agiliza la distribución, así como su control y asesoramiento.

Para realizar el cálculo del coste de distribución del Alimet®, el transporte se realiza con camiones cisternas de 25 toneladas.

El coste del transporte terrestre ofrecido empresa subcontratada es de 2,25 €/Km.

A continuación se muestran los diferentes conceptos implicados para la computación del coste.

Concepto	Valor
Envíos cisternas diario (cisternas/día)	2
Envíos cisternas mensual (cisternas/mes)	36,9
Envíos cisternas stock seguridad mensual (cisternas/mes)	2,5

Tabla 36. Cantidad de envíos en camión cisterna de 25 Tm.

Destino	Distancia (Km)	Coste transporte terrestre (€/año)
Madrid, España (70%)	1.094	362.070
Coímbra, Portugal (20%)	2.140	202.358
Toulouse, Francia (10%)	762	36.027
Coste total transporte		1.351.026

Tabla 37. Costes asociados al transporte.

12.5 Ingresos

Los ingresos serán únicamente procedentes de la venta de producto Alimet® en la terminal portuaria.

El precio de venta establecido inicialmente para evaluar la viabilidad está especificado por el valor genérico de venta en el mercado.

Precio unitario (€/Kg)	Cantidad (Kg/año)	Precio venta total (€/año)
2,75	12.400.000	34.100.000

Tabla 38. Ingresos asociados a la venta de Alimet®.

12.6 Rentabilidad

En el análisis del margen de ganancias proporciona información a fondo sobre la estrategia de precios de la compañía, de rendimientos y resultados totales. En este apartado, se terminan de incorporar todos los costes que han sido tenidos en cuenta en el resto de fases, en concreto los costes de transporte, distribución, almacenaje y materias primas.

Esto permite obtener una mejor información de cara a la toma de decisiones y políticas de precios diferenciadas. Es una medida que puede determinar la salud financiera general de una compañía.

Concepto	Valor (€/año)
Beneficio	34.100.000
Coste materia prima	21.700.000
Coste transporte marítimo	475.490
Coste almacenaje	269.656
Coste distribución	1.351.026
Gastos totales	23.796.172
Margen de beneficio	10.303.827
	30,22%

Tabla 39. Cuadro resumen de los resultados.

Una vez implicados todos los costes, se observa que el margen de beneficio alcanzado es del 30,22%. Según las directrices de la empresa, el margen mínimo aconsejable por el mercado y para que la gestión del Alimet® sea productivo se establece en un 16%.

El margen obtenido con las condiciones iniciales ofrece un alto beneficio. Esto significa que se vende por un valor mucho mayor al del costo asociado con la adquisición y mantenimiento de éstos correspondiente al volumen de ventas. Siendo suficientes para cubrir todos los gastos relacionados con los productos.

Ateniéndose que el precio de venta del producto es el estipulado por el valor genérico en el mercado. Entonces se determina seguir trabajando con el margen obtenido ya que si la competencia baja el precio, se puede asumir una bajada en el precio de venta sin que esta pasara del margen mínimo y esto afectará negativamente la rentabilidad de la empresa.

Por otro lado, también se puede aprovechar esta banda económica como ventaja estratégica para ofrecer descuentos en la apertura de nuevos mercados. Ya que los negocios en la misma industria no necesitan operar con el mismo modelo de márgenes de ganancias.

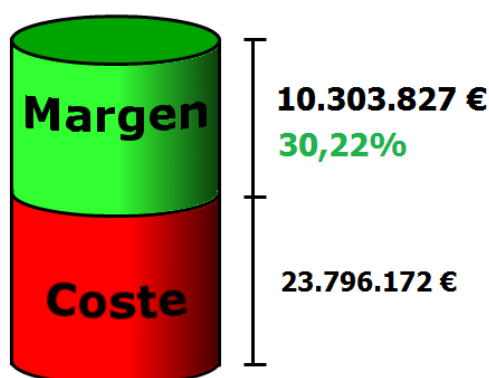


Figura 15. Esquema gráfico costes y margen de beneficio.

13 Conclusiones

Durante el desarrollo de este proyecto se han analizado las principales labores y requerimientos técnicos que se precisan para la manipulación de un producto destinado complemento alimentario animal. Esta manipulación incluye las actividades de compra, transporte, almacenaje y distribución la sustancia Alimet®.

Se ha elaborado un estudio de mercado para valorar las oportunidades de mercado y las necesidades de consumo de piensos a nivel nacional. Se ha conocido la envergadura del mercado y la variabilidad de los piensos complementarios abre un mercado potencial en el último año.

Se ha planteado un modelo logístico para el aprovisionamiento de la mercancía mediante el transporte marítimo y la capacidad de almacenamiento según las necesidades de facturación.

Se han analizado los condicionantes que afectan al proceso de transferencia de producto, al mantenimiento de la calidad del producto y los factores ambientales implicados.

Se ha justificado el diseño de la distribución de las instalaciones con información detallada con los cálculos necesarios para el diseño de todos los elementos que definen una terminal de graneles líquidos como son los tanques de almacenaje, los cubetos de retención, el foso de bombas, el circuito de tuberías para la transferencia de producto y el sistema de carga de cisternas.

Se ha seleccionado la bomba para el trasiego de productos entre tanques y para la carga de camiones cisternas con una capacidad suficiente para satisfacer la expedición de cisternas. Se han elegido bombas centrifugas auto-aspirantes que poseen la cualidad de disponer de un cebado automático.

Se ha dimensionado el almacenamiento de los productos justificando las dimensiones estructurales y las características técnicas siendo estos tanques cilíndricos de eje vertical de fondo plano con techo fijo cónico auto-soportado.

Se han delimitado las protecciones contra incendios en un almacenamiento de líquidos y sus instalaciones conexas determinadas por el tipo de líquido y la forma de almacenamiento. Seleccionando el sistema contra incendios y el agente extintor más conveniente.

Se han evaluado los recursos empleados para la realización del trabajo y los gastos de explotación en ciclo anual. Los resultados obtenidos determinan la viabilidad de las operaciones realizadas como la actividad de transporte, almacenaje, distribución y la evaluación de los recursos, como los costes de explotación en un ciclo anual para la realización del trabajo.

Así pues, puedo decir que he conocido la operativa completa a la cual está sometida la carga líquida a granel hasta llegar a su cliente final y comprender los elementos necesarios para que un puerto de graneles líquidos sea competente.

14 Bibliografía

- ITC MIE-APQ1 "ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDOS INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES"
- CÓDIGO API 650 – WELDED TANKS FOR OIL STORAGE.
- CÓDIGO API 653 – TANK INSPECTION, REPAIR, ALTERATION AND RECONSTRUCTION
- RULES OF THUMB FOR CHEMICAL ENGINEERS: A MANUAL OF QUICK, ACCURATE SOLUTIONS TO EVERYDAY PROCESS ENGINEERING PROBLEMS, GULF PROFESSIONAL, AMSTERDAM, 2005)
- MCCABE, W.L., SMITH, J.C. Y HARRIOTT, P. OPERACIONES UNITARIAS EN INGENIERÍA QUÍMICA. 7ª Ed., MCGRAW-HILL INTERAMERICANA, 2007
- F RICHARDSON, F, HARKER, J. H. Y BACKHURST, J. R. COULSON & RICHARDSON'S CHEMICAL ENGINEERING. BUTTERWORTH-HEINEMANN, 1999
- GUIA PARA EL DISEÑO Y LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA APPCC, [HTTP://WWW.GENOCAT.CAT/SALUT/ACSA/HTML/ES/DIR3509/](http://www.genocat.cat/salut/acsa/html/es/dir3509/)
- DATOS PRODUCCIÓN PIENSO 2015, DIRECCIÓN GENERAL DE PRODUCCIONES Y MERCADOS AGRARIOS, MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIOAMBIENTE
- DOCUMENTACIÓN INTERNA DE LA EMPRESA TERMINALES PORTUARIAS S.L.
- ADMINISTRACIÓN PORTUARIA/PRÓLOGO DE SEBATIÁN MARTÍN-RETARTILLO, 1973. COSCULLUEDA MONTANER, LUIS. MADRID; TECNOS, PL, 1973.
- [HTTP://MUNDOPORTUARIO.WORDPRESS.COM/2009/03/12/TIPOS-DE-PUERTOS/](http://MUNDOPORTUARIO.WORDPRESS.COM/2009/03/12/TIPOS-DE-PUERTOS/)
- MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. REAL DECRETO 2085/1994 DEL 20 DE OCTUBRE [EN LÍNEA] MADRID, 2013
- MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA. BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. REAL DECRETO 379/2001 DEL 6 DE ABRIL [EN LÍNEA] MADRID, 2013
- [HTTP://WWW.PORTCASTELLO.COM/SOSTENIBILIDAD/PROTECCION-PORTUARIA/PROTECCION-DE-BUQUES-EINSTALACIONES-PORTUARIAS-PBIP—ISPS.HTML](http://WWW.PORTCASTELLO.COM/SOSTENIBILIDAD/PROTECCION-PORTUARIA/PROTECCION-DE-BUQUES-EINSTALACIONES-PORTUARIAS-PBIP—ISPS.HTML)
- [HTTP://WWW.PALMASPORT.ES/DOCUMENTS/11157/19243/PBIP.PDF/21B2B487-8051-43DD-B29FA4B32F013877](http://WWW.PALMASPORT.ES/DOCUMENTS/11157/19243/PBIP.PDF/21B2B487-8051-43DD-B29FA4B32F013877)

15 Anexos

15.1 Diagrama descarga de buque

15.2 Diagrama carga de cisternas

15.3 P&iD Carga de cisternas

15.4 Layout planta

15.5 Layout redes de drenajes

15.6 Layout red contra incendios

15.7 Desarrollo escalera tanque

15.8 Ficha técnica y de seguridad Alimet®

15.9 Ficha técnica y de seguridad Glicerina

15.10 Ficha técnica y de seguridad Ácido Acético

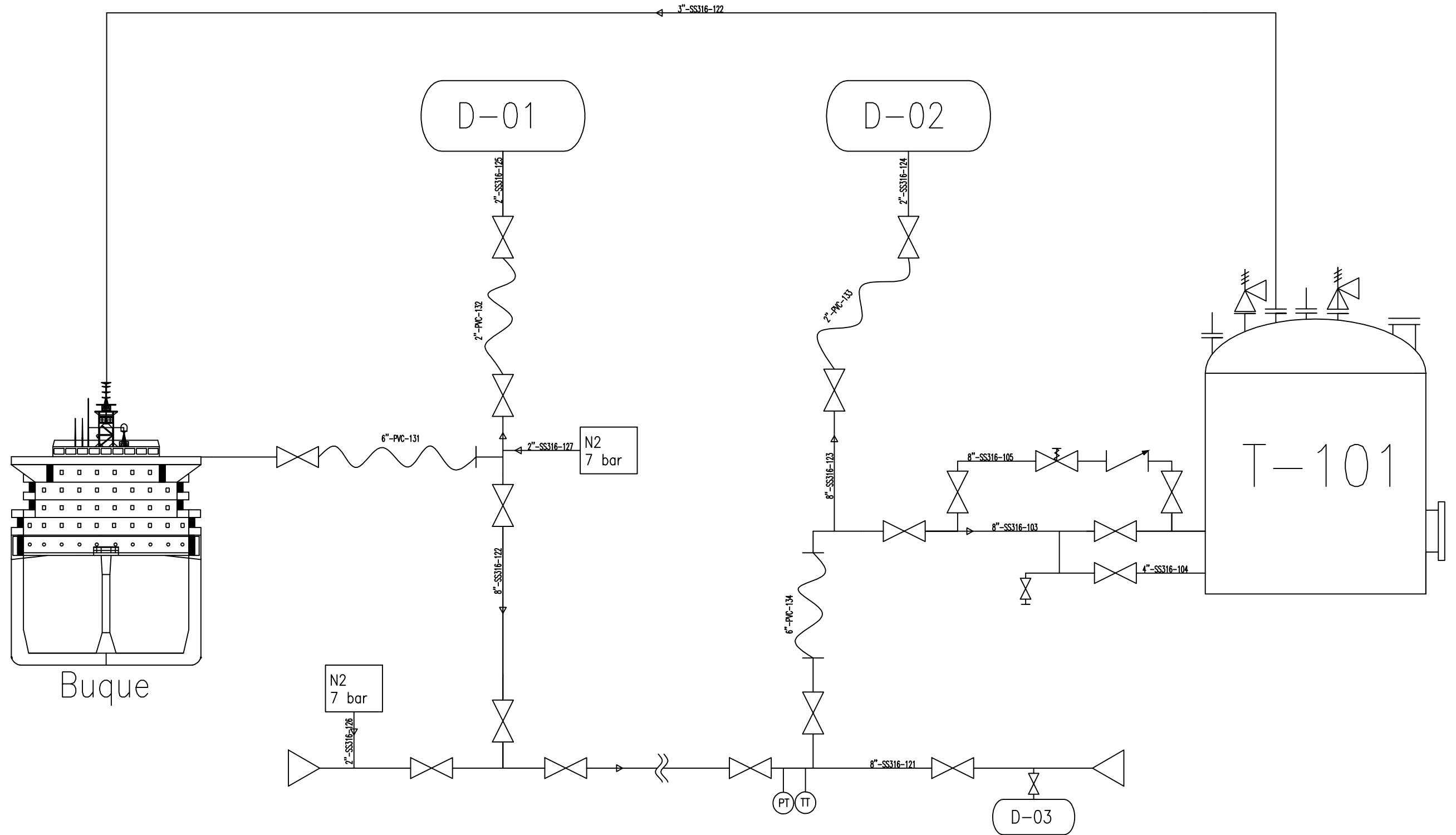
15.11 Ficha técnica acero inoxidable AISI 316L

15.12 Ficha diámetros tuberías AISI 316L

15.13 Hoja especificaciones Johnson pump

15.14 Hoja selección pérdidas de carga tubería

15.15 Gráficos pérdidas de carga



LEYENDA

T-01	Tanque de almacenamiento
D-01	Depósito análisis producto
D-02	Deposito análisis prodcuto
D-03	Deposito purga
~	Manguera flexible bridada
▷	Rascador pig
⊗	Válvula de compuerta
⊕	Válvula de alivio
⊘	Válvula de control
⌞	Válvula antirretorno
⌚	Válvula de seguridad

	Data	Nombre
Dibujado	26-4-16	O. Pombo
Revisado		
S.normas		

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI
ETSE

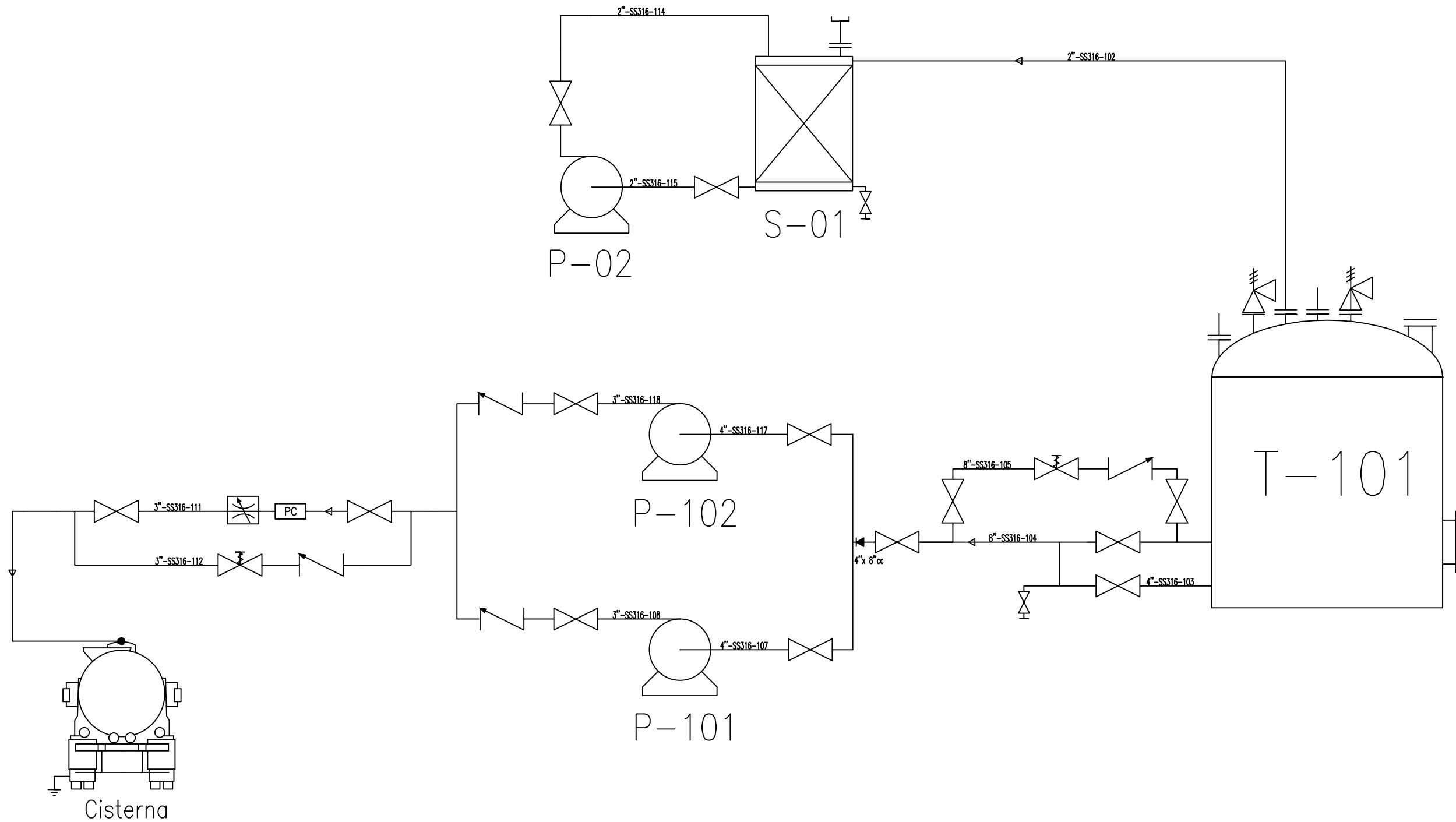
Escala
n/a

DIAGRAMA
DESCARGA DE BUQUES

Nº 1

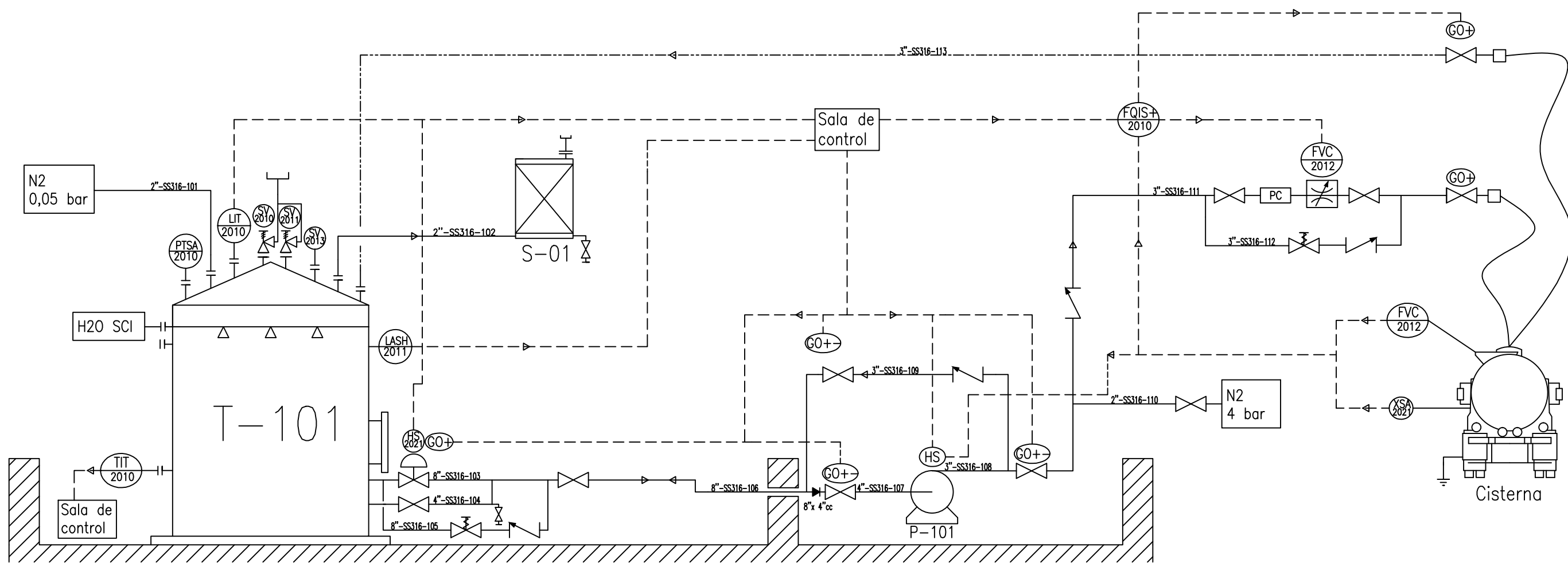
Versión: 00

Sustituye



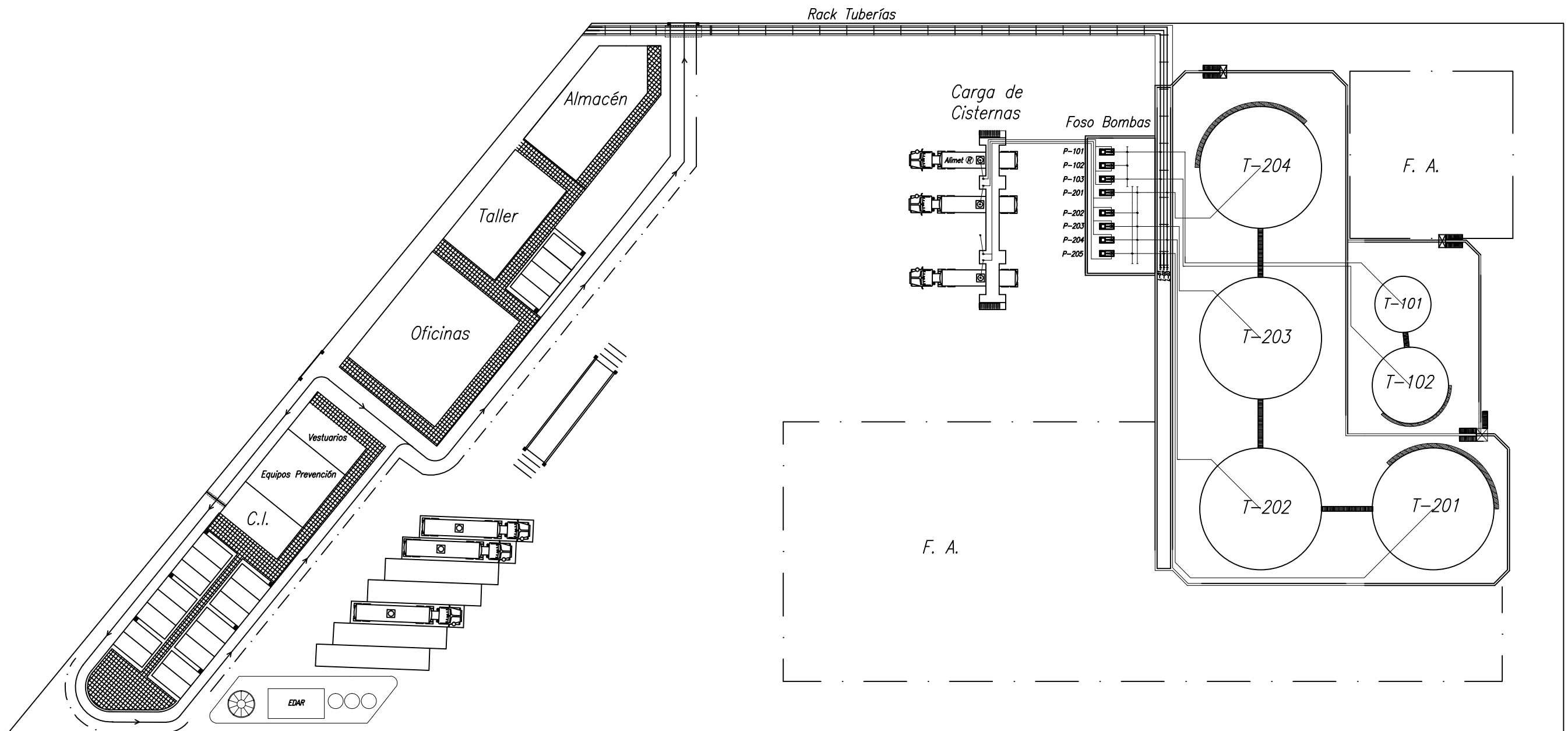
LEYENDA	
T-01	Tanque de almacenamiento
S-01	Limpiador de gases
P-01A	Bomba autoaspirante
P-01B	Bomba autoaspirante
P-02	Bomba centrifuga
	Válvula de compuerta
	Válvula de alivio
	Válvula de control
	Válvula antirretorno
	Válvula de seguridad

	<i>Data</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI ETSE
<i>Dibujado</i>	26-4-16	O. Pombo	
<i>Revisado</i>			
<i>S.normas</i>			
<i>Escala</i>	DIAGRAMA CARGA DE CISTERNAS		Nº2
<i>n/a</i>			<i>Versión: 00</i>
			<i>Sustituye</i>

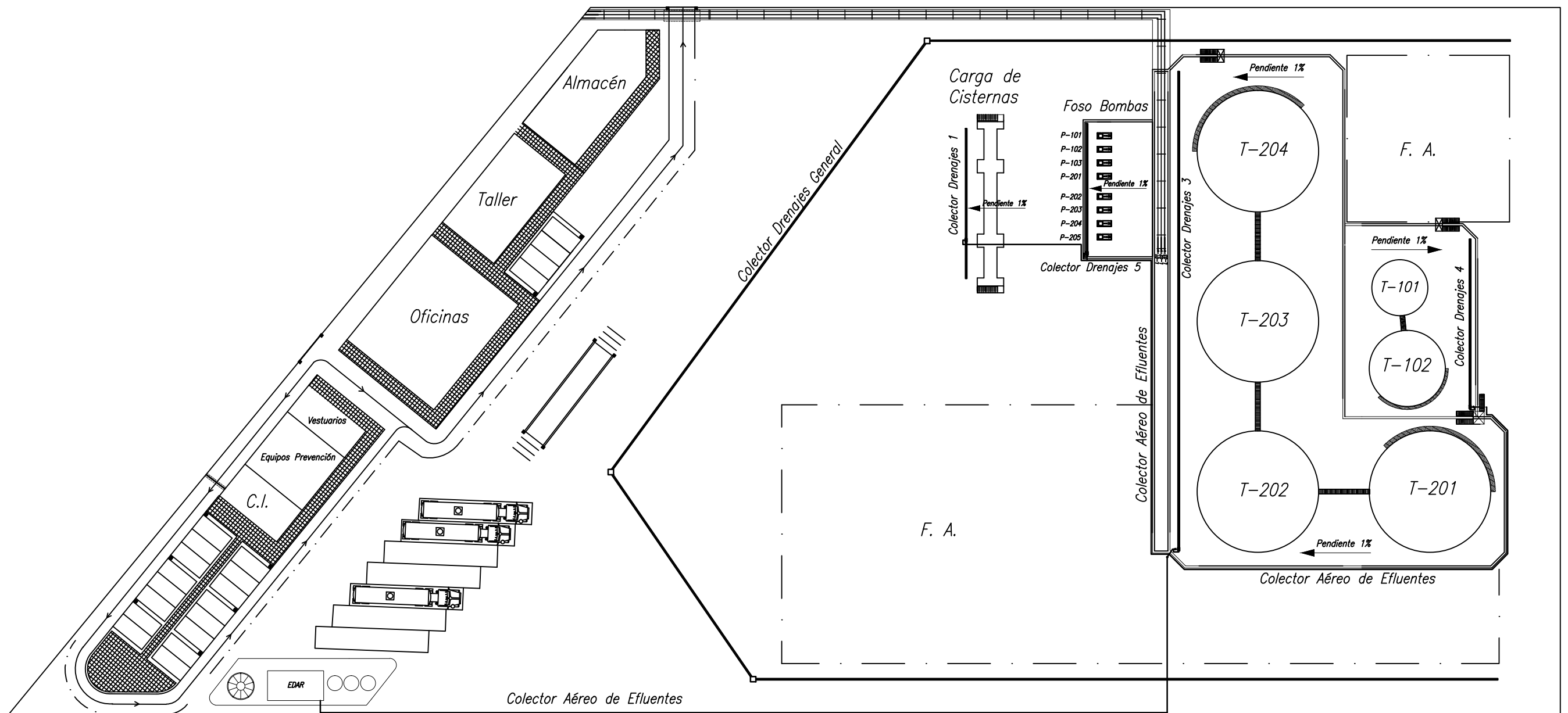


LEYENDA	
T-01	Tanque de almacenamiento
S-01	Limpiador de gases
P-01A	Bomba autoaspirante
	Válvula reguladora caudal
	Válvula de compuerta
	Válvula de alivio
	Válvula de control
	Válvula antirretorno
	Válvula de seguridad

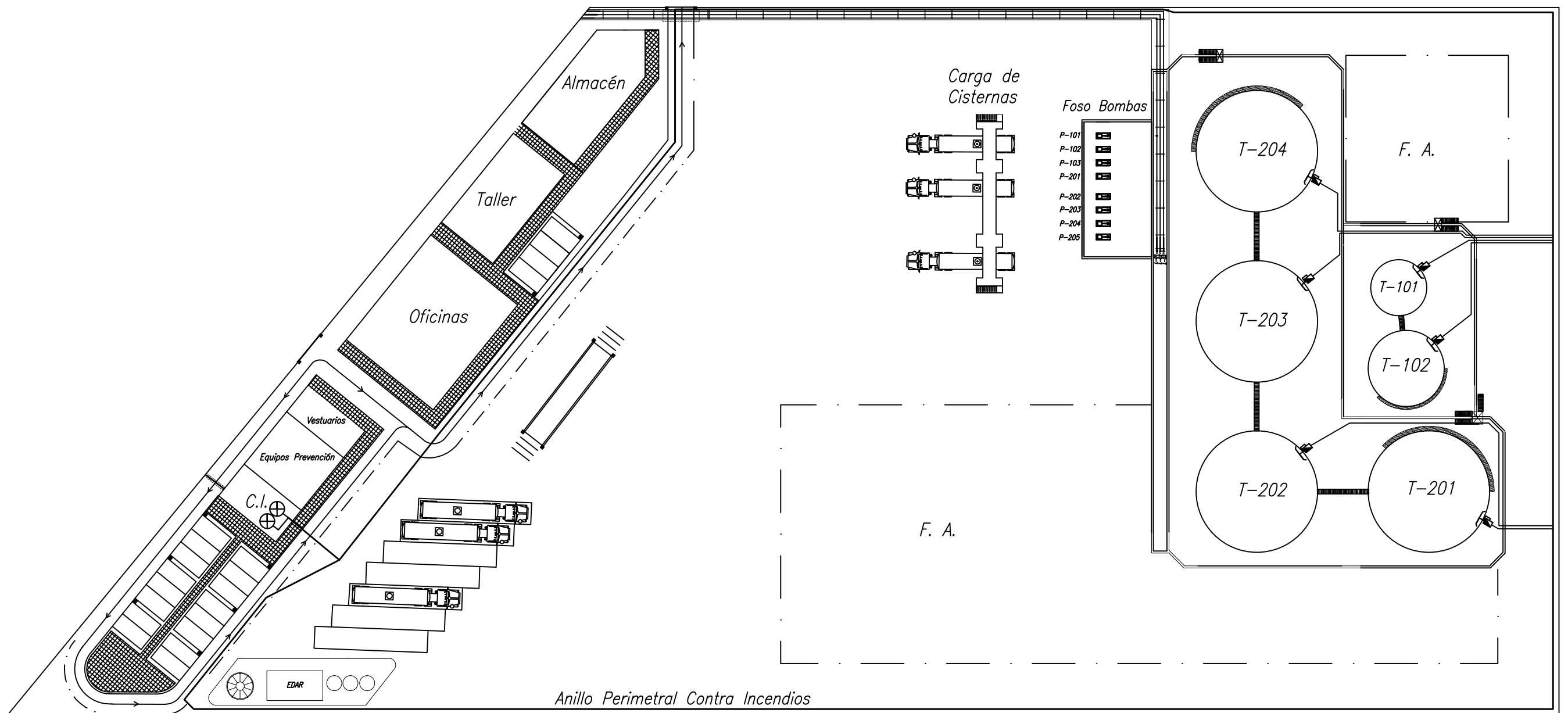
	Data	Nom	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI ETSE
Dibuixat	26-4-16	O. Pombo	
Comprovat			
S.normes			
Escala	P&ID CARGA DE CISTERNAS		Nº 3
n/a			Sustitueix a
			Sustituit per



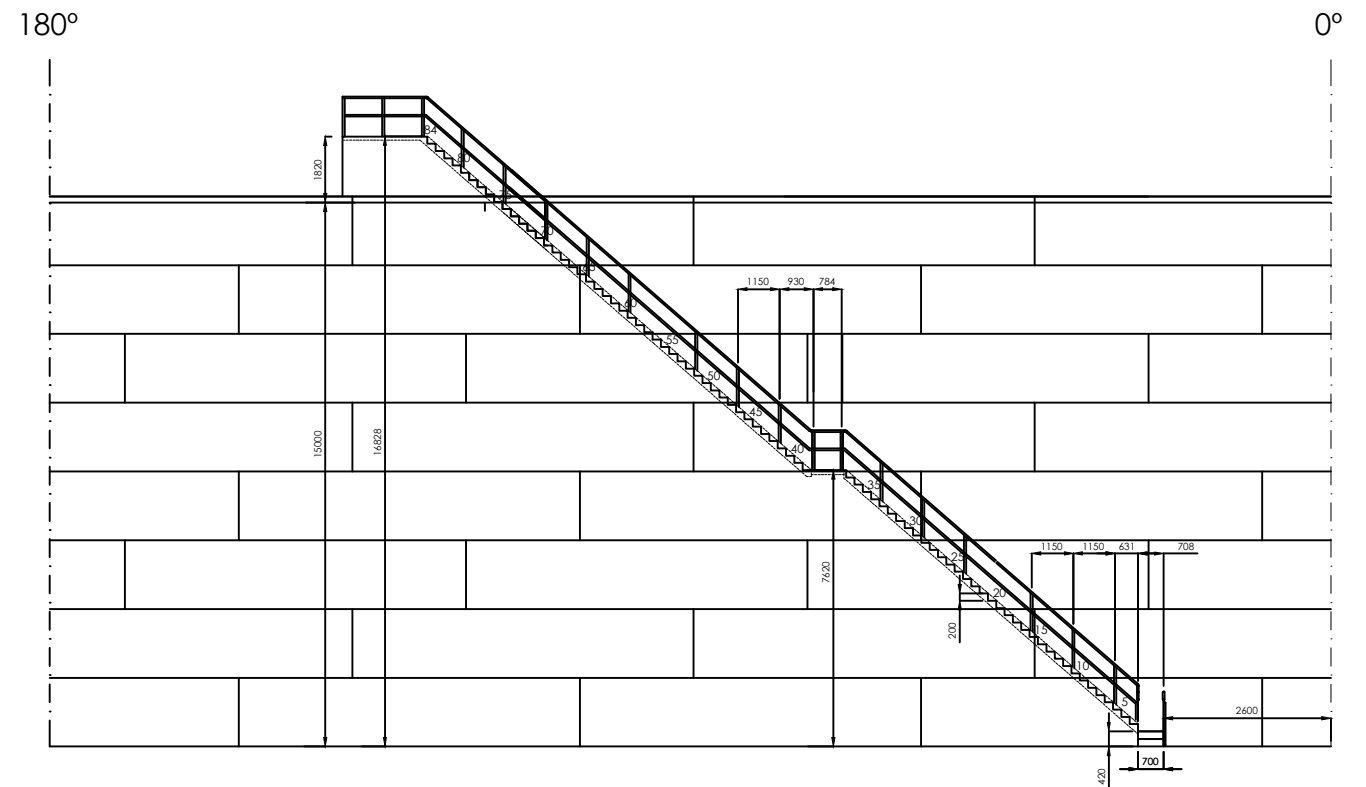
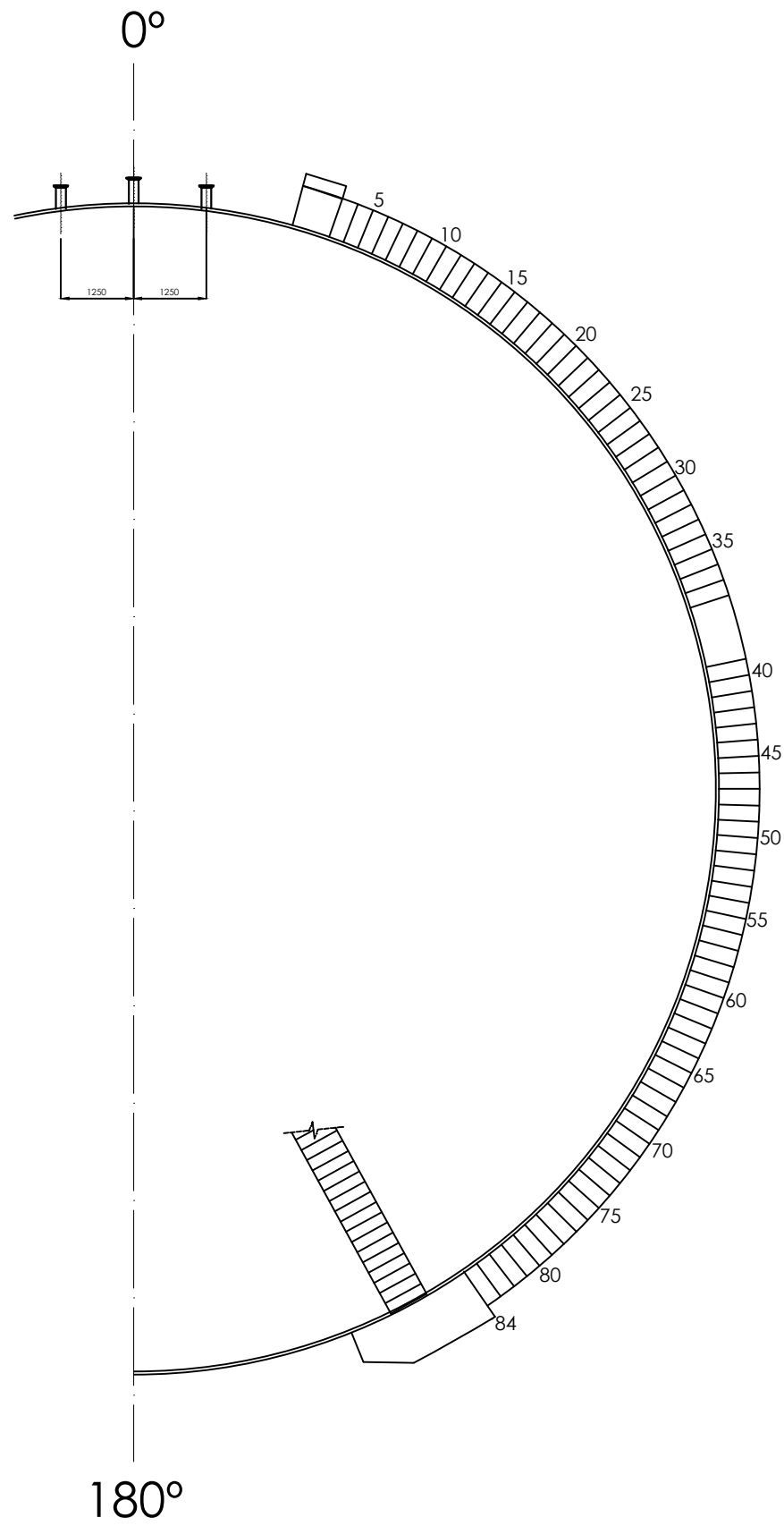
	<i>Data</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI TRABAJO FINAL DE MASTER
<i>Dibujado</i>	15-05-16	O.Pombo	
<i>Comprovat</i>			
<i>Escala</i>	LAYOUT PLANTA		Nº 4
1:500			



	<i>Data</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI TRABAJO FINAL DE MASTER
<i>Dibujado</i>	15-05-16	O.Pombo	
<i>Comprovat</i>			
<i>Escala</i>	LAYOUT PLANTA RED DE DRENAJES Y EFLUENTES		Nº5
1:500			



	<i>Data</i>	<i>Nombre</i>	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI TRABAJO FINAL DE MASTER
<i>Dibujado</i>	15-05-16	O.Pombo	
<i>Comprovat</i>			
<i>Escala</i>	LAYOUT PLANTA RED DE AGUA CONTRA INCENDIOS		Nº6
1:500			



	<i>Data</i>	<i>Nombre</i>	<i>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</i> <i>TRABAJO FINAL DE MASTER</i>
<i>Dibujado</i>	15-05-16	O.Pombo	
<i>Comprovat</i>			
<i>Escala</i>	<i>DESARROLLO ESCALERA</i>		<i>Nº 7</i>
<i>S/E</i>			

Feeding Instructions

AQUA

- All aquaculture species: 0-0.87% of finished feed to meet the methionine requirements

BEEF

Feed continuously as a component of a complete ration.

- Growing cattle: 7.5-15 g/head/day¹
- Cows: 10-15 g/head/day¹

DAIRY

Feed continuously as a component of a complete ration.

- Transition dairy cow: 15 g/head/day (21 days prepartum through calving)¹
- Lactating dairy cow: 25 g/head/day¹

PORK

- Nursery: up to 0.20% of complete feed
- Grower: up to 0.15% of complete feed
- Finisher (on PAYLEAN®): up to 0.10% of complete feed

POULTRY

Feed continuously as a component of a complete ration.

- Broilers: 0.20-0.35% of complete feed
- Layers: 0.10-0.20% of complete feed
- Turkeys: 0.20-0.35% of complete feed
- Ducks: 0.20-0.35% of complete feed

Nutrient Values

- Methionine activity: 88% in all species
- Effective crude protein value: 51.7% in aqua, poultry and swine
- Apparent metabolizable energy: 4,205 kcal/kg in poultry; 4,604 kcal/kg for swine
- Water: 12% in beef and dairy
- Methionine activity as a percentage of dry matter: 100% in beef and dairy

Product Characteristics

- Appearance: Light-brown to brown liquid
- Odor: Sulfur
- Bulk Density: 1.22 g/cm³ at 25°C; 1.24 g/cm³ at 0°C
- Packaging: 250 kg drum, 1,150 kg IBC, and bulk
- Shelf Life: 5 years when stored as directed

Storage Instructions

Store under sanitary conditions. Do not store container near combustible materials or ignition sources. Keep container closed when not in use. Keep from freezing.

¹ Or per the recommendation of your feeding advisor.

Novus International, Inc. ▪ 20 Research Park Dr. ▪ St. Charles, MO 63304 USA ▪ 1.888.906.6887 ▪ www.novusint.com

Products not available in all countries.

NOTICE: While the information contained herein ("Information") is presented in good faith and believed to be correct as of the date hereof, Novus International, Inc., does not guarantee satisfactory results from reliance upon such Information, disclaims all liability for any loss or damage arising out of any use of this Information or the products to which said Information refers and MAKES NO REPRESENTATIONS OR WARRANTIES, EITHER EXPRESS OR IMPLIED, OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR OF ANY OTHER NATURE WITH RESPECT TO THE INFORMATION OR PRODUCTS, except as set forth in Novus's standard conditions of sale. Nothing contained herein is to be construed as a recommendation to use any product or process in conflict with any patent, and Novus International, Inc., makes no representation or warranty, express or implied, that the use thereof will not infringe any patent.

© ALIMET and NOVUS are trademarks of Novus International, Inc., and are registered in the United States and other countries.

TM SOLUTIONS SERVICE SUSTAINABILITY is a trademark of Novus International, Inc.

© Paylean is a registered trademark of Elanco's brand of ractopamine hydrochloride.

© 2016 Novus International, Inc. All rights reserved.

LIT3272_v2_EN_GLOBAL

NOVUS[®]

GPS Safety Summary ALIMET[®]

General Statement

This Product Safety Summary is intended to provide a general overview of the chemical substance. It constitutes basic information and is not intended to provide emergency response information, medical information, treatment information or in-depth safety and health information, which can only be found in the applicable Safety Data Sheet (SDS).

Chemical Identity

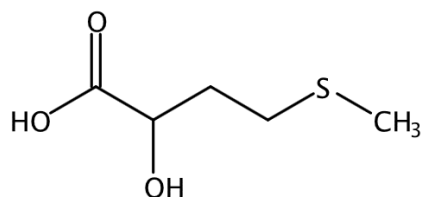
Chemical Name: Methionine hydroxy analogue

CAS: 583-91-5

EINECS: 209-523-0

Molecular Formula: C₅H₁₀O₃S

Structure:



Uses and Benefits

ALIMET[®] feed supplement is an organic acid source of methionine precursor that is used to support growth and performance of poultry, livestock and fish. In addition to meeting animal methionine requirements, ALIMET[®] also provides benefits due to its antibacterial and antioxidant effects in the feed, maintained performance during heat stress, energy savings in the feed mill and increased feed intake.

Physical / Chemical Properties

ALIMET[®] is a light brown to brown liquid with a characteristic sulfur odor. The pH of the product is less than 1. Boiling point is observed at 249.8 °F (121 °C) and the flash point using Pensky-Martens Closed Cup is greater than 240.8 °F (> 116.0 °C). The vapor pressure is 16 mm Hg at 25°C. The material density is heavier than water but is completely soluble. Shelf life is a minimum of 2 years when stored as directed.

Health Effects

Date of Issue: December 2015

The acute toxicity does not pose a significant hazard given its purpose as an animal feed ingredient. Consult your feeding advisor for recommended doses.

Information on likely routes of exposure includes:

- Inhalation: No adverse effects due to inhalation are expected.
- Skin contact: Causes skin irritation.
- Eye contact: Causes serious eye damage.
- Ingestion: Expected to be a low ingestion hazard.

Environmental Effects

The material is harmful to aquatic life in high concentrations. This product is water soluble and may disperse in soil. The environmental effects do not pose a significant hazard given its purpose as an animal feed ingredient.

Exposure

All personnel are instructed to use eye protection and chemical resistant gloves when handling or working with equipment that has come in contact with ALIMET[®].

Consumer Exposure Controls

There is no exposure limit data available for ALIMET[®] or its ingredients. ALIMET[®] can permeate porous substances (such as leather) and remain in the substances for long periods of time. This should be taken into account when exposure is expected.

Safe Handling

Handle and open containers with care. Avoid contact with eyes and skin. Provide adequate ventilation. Observe good industrial hygiene practices. Do not taste or swallow. When using, do not eat, drink, or smoke. Wash hands thoroughly after handling. Avoid release to the environment.

Safe Storage & Accidental Release Measures

It is recommended that ALIMET[®] be stored in a diked area to avoid release to the environment and minimize the chance for the product to reach a waterway. Prevent further leakage or spillage if safe to do so. Keep people away from and upwind of spill/leak. Wear appropriate protective equipment and clothing during clean-up. Spilled material should be

GPS Safety Summary ALIMET[®]

properly disposed and never reused. For waste disposal, see the safety data sheet.

State Agency Review

US. Massachusetts RTK - Substance List
Not regulated.

US. New Jersey Worker and Community Right-to-Know Act
Not listed.

US. Pennsylvania Worker and Community Right-to-Know Law
Not listed.

US. Rhode Island RTK
Not regulated.

US. California Proposition 65 California Safe Drinking Water and Toxic Enforcement Act of 1986 (Proposition 65)
This material is not known to contain any chemicals currently listed as carcinogens or reproductive toxins.

Classification and Labeling

Physical Hazards

Not Classified.

Health Hazards

Skin corrosion/irritation – Category 2
Serious eye damage/irritation – Category 1

Environmental Hazards

None.

Label Elements



Signal Word

Danger

Hazard Statement

Causes skin irritation. Causes serious eye damage.

OSHA Defined Hazards

Not classified.

Hazard(s) not otherwise classified (HNOC)

None known.

Conclusion

ALIMET[®] has been shown to be safe when care is taken during its use and instructions provided are followed. However, ALIMET[®] has a low pH, is a skin, eye, and respiratory irritant, and may cause harm to the environment at certain concentrations.

Company Contact Information

Novus International, Inc.	
20 Research Park Drive	
St. Charles, MO 63304	+1 (314) 576-8434
United States	+1 (800) 568-0088

Disclaimer

Novus International, Inc. cannot anticipate all conditions under which this information and its product, or the products of other manufacturers in combination with its product, may be used. It is the user's responsibility to ensure safe conditions for handling, storage and disposal of the product, and to assume liability for loss, injury, damage or expense due to improper use. The information in the sheet was written based on the best knowledge and experience currently available.

®ALIMET and ®NOVUS are trademarks of Novus International, Inc. and are registered in the United States and other countries.

™SOLUTIONS SERVICE SUSTAINABILITY is a trademark of Novus International, Inc.

©Novus International, Inc. 2015. All rights reserved.

Fichas Internacionales de Seguridad Química

GLICEROL	ICSC: 0624
Abril 2006	

Glicerina
1,2,3-Propanotriol
1,2,3-Trihidroxipropano

CAS:	56-81-5	C₃H₈O₃ / CH₂OH-CHOH-CH₂OH
RTECS:	MA8050000	Masa molecular: 92,1
CE / EINECS:	200-289-5	

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.	Evitar las llamas.	Agua pulverizada. Espuma resistente al alcohol. Polvo. Dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN			En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.

EXPOSICIÓN			
Inhalación		Ventilación.	Aire limpio, reposo.
Piel	Piel seca.	Guantes protectores.	Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
Ojos		Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Diarrea.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Ventilar. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes tapados. Absorber el líquido residual en arena o absorbente inerte y trasladarlo a un lugar seguro.	
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Código NFPA: H1; F1; R0;	Separado de oxidantes fuertes.

IPCS
International
Programme on
Chemical Safety



Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2006

VÉASE INFORMACIÓN IMPORTANTE AL DORSO

Fichas Internacionales de Seguridad Química

GLICEROL

ICSC: 0624

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO:

Líquido viscoso, higroscópico e incoloro.

PELIGROS QUÍMICOS:

La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos corrosivos de acroleína. Reacciona con oxidantes fuertes originando peligro de incendio y explosión.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN:

TLV: niebla 10 mg/m³ como TWA; (ACGIH 2005).
MAK: 50 mg/m³ (fracción inhalable); Categoría de limitación de pico: I(2); Riesgo para el embarazo: grupo C (DFG 2006).

RIESGO DE INHALACIÓN:

La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración molesta de partículas en el aire por pulverización.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 290°C
Punto de fusión: 18°C
Densidad relativa (agua = 1): 1,26
Solubilidad en agua: miscible
Presión de vapor, Pa a 25°C: 0,01
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 3,2

Punto de inflamación: 176°C c.c.
Temperatura de autoignición: 393°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 2,6 - 11,3
Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -1,76

DATOS AMBIENTALES

NOTAS

Esta ficha ha sido parcialmente actualizada en agosto de 2007: ver Límites de exposición.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: niebla 10 mg/m³

Nota legal

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

ÁCIDO ACÉTICO

ICSC: 0363

Mayo 2010

CAS: 64-19-7
 RTECS: AF1225000
 NU: 2789
 CE Índice Anexo I: 607-002-00-6
 CE / EINECS: 200-580-7

Ácido acético glacial
 Ácido etanoico
 Ácido etílico
 Ácido metanocarboxílico
 $C_2H_4O_2 / CH_3COOH$
 Masa molecular: 60.1



TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	Inflamable.	Evitar las llamas, NO producir chispas y NO fumar.	Polvo, espuma resistente al alcohol, agua pulverizada o dióxido de carbono.
EXPLOSIÓN	Por encima de 39°C pueden formarse mezclas explosivas vapor/aire. Riesgo de incendio y explosión en contacto con oxidantes fuertes.	Por encima de 39°C, sistema cerrado, ventilación y equipo eléctrico a prueba de explosión.	En caso de incendio: mantener fríos los bidones y demás instalaciones rociando con agua.
EXPOSICIÓN		¡EVITAR TODO CONTACTO!	¡CONSULTAR AL MÉDICO EN TODOS LOS CASOS!
Inhalación	Dolor de garganta. Tos. Sensación de quemazón. Dolor de cabeza. Vértigo. Jadeo. Dificultad respiratoria.	Ventilación, extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo. Posición de semiincorporado. Proporcionar asistencia médica.
Piel	Dolor. Enrojecimiento. Quemaduras cutáneas. Ampollas.	Guantes de protección. Traje de protección.	Quitar las ropas contaminadas. Aclarar la piel con agua abundante o ducharse durante 15 minutos como mínimo. Proporcionar asistencia médica.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras graves. Pérdida de visión.	Pantalla facial o protección ocular combinada con protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad). Proporcionar asistencia médica inmediatamente.
Ingestión	Dolor de garganta. Sensación de quemazón. Dolor abdominal. Vómitos. Shock o colapso.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito. Dar a beber un vaso pequeño de agua, pocos minutos después de la ingestión. Proporcionar asistencia médica inmediatamente.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
<p>Eliminar toda fuente de ignición. Protección personal: traje de protección química, incluyendo equipo autónomo de respiración. Recoger el líquido procedente de la fuga en recipientes precintables. Neutralizar con precaución el líquido derramado con carbonato sódico, solo bajo la responsabilidad de un experto. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente.</p>	<p>No transportar con alimentos y piensos. Clasificación UE Símbolo: C R: 10-35 S: (1/2-)23-26-45 Nota: B Clasificación NU Clasificación de Peligros NU: 8 Riesgos Subsidiarios de las NU: 3 Grupo de Envasado NU: II Clasificación GHS Peligro Líquidos y vapores inflamables. Nocivo si se inhala el vapor. Nocivo en contacto con la piel. Puede ser nocivo en caso de ingestión. Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. Puede provocar irritación respiratoria. Provoca daños en el sistema respiratorio tras exposiciones prolongadas o repetidas si se inhala. Nocivo para los organismos acuáticos.</p>
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
Código NFPA: H3; F2; R0	A prueba de incendio. Separado de oxidantes fuertes, ácidos fuertes, bases fuertes, alimentos y piensos. Mantener en lugar bien ventilado. Bien cerrado. Almacenar en el recipiente original. Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas.

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2010



ÁCIDO ACÉTICO

ICSC: 0363

DATOS IMPORTANTES

ESTADO FÍSICO; ASPECTO

Líquido incoloro de olor acre.

PELIGROS QUÍMICOS

La sustancia es un ácido débil. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes originando peligro de incendio y explosión. Reacciona violentamente con bases fuertes, ácidos fuertes y muchos otros compuestos. Ataca a algunos tipos de plásticos, caucho y revestimientos.

LÍMITES DE EXPOSICIÓN

TLV: 10 ppm como TWA; 15 ppm como STEL (ACGIH 2010).
LEP UE: 10 ppm; 25 mg/m³ como TWA (EU 1991).

VÍAS DE EXPOSICIÓN

Efectos locales graves

RIESGO DE INHALACIÓN

Por evaporación de esta sustancia a 20°C se puede alcanzar bastante rápidamente una concentración nociva en el aire.

EFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN

La sustancia es corrosiva para los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. La inhalación puede causar edema pulmonar, pero sólo tras producirse los efectos corrosivos iniciales en los ojos o las vías respiratorias.

EFECTOS DE EXPOSICIÓN PROLONGADA O REPETIDA

El contacto prolongado o repetido con la piel puede producir dermatitis. Los pulmones pueden resultar afectados tras exposiciones prolongadas o repetidas a un aerosol de esta sustancia. Riesgo de erosión de los dientes tras exposiciones prolongadas o repetidas al aerosol de esta sustancia.

PROPIEDADES FÍSICAS

Punto de ebullición: 118°C
Punto de fusión: 16.7°C
Densidad relativa (agua = 1): 1.05
Solubilidad en agua: miscible.
Presión de vapor, kPa a 20°C: 1.5
Densidad relativa de vapor (aire = 1): 2.1

Densidad relativa de la mezcla vapor/aire a 20°C (aire = 1): 1.02
Punto de inflamación: 39°C c.c.
Temperatura de autoignición: 485°C
Límites de explosividad, % en volumen en el aire: 6.0-17
Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: -0.17

DATOS AMBIENTALES

La sustancia es nociva para los organismos acuáticos.

NOTAS

El n° NU 2789 corresponde al ácido acético, ácido acético glacial o un disolución de ácido acético con más del 80 % de ácido en peso. Otro n° NU: NU 2790 disolución de ácido acético (entre el 10 y el 80% de ácido acético en peso); clasificación de peligro NU 8, grupo de envasado II-III.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Límites de exposición profesional (INSHT 2011):

VLA-ED: 10 ppm; 25 mg/m³

VLA-EC: 15 ppm, 37 mg/m³

NOTA LEGAL

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

Acero Inoxidable 316L

ficha técnica



ThyssenKrupp Mexinox

Acero Inoxidable 316L

ficha técnica

DESCRIPCIÓN

El grado 316 L es un acero inoxidable cromo- níquel-molibdeno con bajos contenidos de carbono para minimizar la precipitación de carburos de cromo.

La adición de un 2 – 3 % de molibdeno a esta aleación, incrementa la resistencia a la corrosión general y mejora la resistencia a la corrosión por picaduras en soluciones cloradas. Los bajos contenidos de carbono presentes en el acero 316 L previenen la sensibilización (precipitación de carburos de cromo en los límites de grano) y por consiguiente, la corrosión intergranular. Es por esto, que el grado 316 L es ampliamente utilizado para soldar componentes de grueso espesor.

El acero 316 L es no magnético en condiciones de recocido. Sin embargo, puede llegar a adquirir un ligero magnetismo cuando es deformado en frío.

El tipo 316 L puede ser embutido, estampado y troquelado sin dificultad alguna. Como todos los inoxidables austeníticos, el tipo 316 L tiende a endurecerse por el trabajo en frío. Por tal motivo, cuando es severamente deformado, un tratamiento de recocido posterior puede ser necesario en algunas ocasiones. La microestructura austenítica proporciona a este acero una muy buena resistencia, incluso a temperaturas criogénicas.

En resumen, debido a sus excelentes características de resistencia a la corrosión y propiedades mecánicas, el tipo 316 L proporciona muy buenas características de formabilidad y fabricación, típicas de los aceros inoxidables austeníticos.

VENTAJAS DEL ACERO 316 L

- Superior a aleaciones austeníticas 301 y 304.
- Excelente resistencia a la corrosión general e intergranular.
- Muy buena soldabilidad.
- Buena resistencia a la corrosión por picaduras y hendiduras.
- Buena formabilidad.
- Facilidad de limpieza.
- Buena resistencia a temperaturas criogénicas.
- Buena resistencia a temperaturas elevadas.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (% en peso)

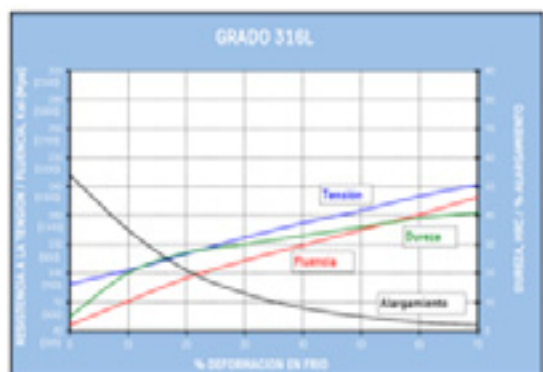
	AISI 316 L UNS S31603 ASTM A240	Típica 316 L ThyssenKrupp Mexinox
Carbono	0,030 max.	0,022
Manganeso	2,0 max.	0,86
Fósforo	0,045 max.	0,031
Azufre	0,030 max.	0,001
Silicio	0,75 max.	0,44
Cromo	16,0 - 18,0	16,75
Níquel	10,0 - 14,0	10,04
Molibdeno	2,00 - 3,00	2,03
Nitrógeno	0,10 max	0,052
Cobre	---	0,32
Hierro	Balance	Balance

Acero Inoxidable 316L

ficha técnica

PROPIEDADES MECANICAS (Condiciones de Recocido)

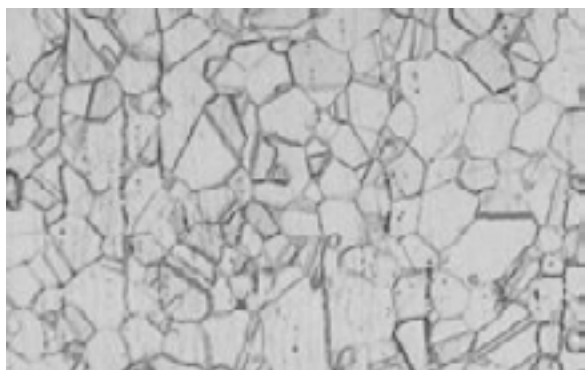
	AISI 316 L UNS S31603 ASTM A240	Típicas 316 L ThyssenKrupp Mexinox
Resistencia Máxima a la Tensión, ksi (MPa)	70 (485) min	88 (605)
Límite Elástico o Esfuerzo de Cadencia al 0.2%, ksi (MPa)	25 (170) min	48 (331)
Alargamiento, % a 2" (50.8 mm)	40,0 min	56,0
Dureza, Rockwell	B95 max	B81



Grado 316 L. Efectos de la deformación en frío en las propiedades mecánicas.

MICROESTRUCTURA

El tipo 316 L presenta una estructura de grano austenítico uniformemente equiaxiado.



Grado 316 L. Microestructura típica, 200X. Ataque químico con reactivo glicerregia.

PROPIEDADES FISICAS, (Condiciones de recocido)

Property Unit	Value
Densidad g/cm ³ (lb/in ³)	8,0 (0,29)
Módulo elástico GPa (10 ⁶ Psi)	193 (28,0)
Resistencia eléctrica n m	740
Calor específico J/kg*°K (Btu/lb*°F)	500 (0.12)
Conductividad térmica a 100 °C (212 °F) W/m*K (Btu/ft*h*°F)	16,2 (9,4)
Rango de fusión °C (°F)	1375-1400 (2500-2550)

RESISTENCIA A LA CORROSION.

El tipo 316 L proporciona una mayor resistencia a la corrosión general y por picaduras/hendiduras que el tipo 304. La adición de molibdeno a esta aleación, también proporciona una mejor resistencia en una gran variedad de ambientes. Su bajo contenido de carbono retarda notablemente la precipitación del carburo de cromo y, por lo tanto, muestra una menor vulnerabilidad al ataque intergranular en medios corrosivos. Este grado es recomendado para la fabricación de piezas soldadas que no pueden ser recocidas posteriormente.

RESISTENCIA A OXIDACION A ALTAS TEMPERATURA.

Para servicio continuo a temperaturas elevadas el acero 316 L exhibe una buena resistencia a la oxidación hasta cerca de los 927 °C (1700 °F). En servicio intermitente, la temperatura máxima de exposición es alrededor de los 870°C (1600 °F).

SOLDABILIDAD.

El acero inoxidable tipo 316 L es fácilmente soldable por todas las técnicas convencionales de soldadura por fusión y resistencia (GTAW, TIG, GMAW, MIG, SAW), excepto el gas oxiacetilénico. El grado 316 L generalmente es considerado a tener menor soldabilidad que los aceros 304 y 304 L. El elevado contenido de níquel de esta aleación requiere consideraciones especiales durante la soldadura con el fin de evitar el agrietamiento en caliente por la formación de ferrita en el depósito de soldadura. Cuando un material de aporte es requerido, los tipos 316 L y 317 L son satisfactorios, los cuales conservan la resistencia a la corrosión.

Acero Inoxidable 316L

ficha técnica

FORMABILIDAD.

El tipo 316 L puede ser fácilmente formado por los métodos más comunes, como: embutido, troquelado, doblado, etc. Su combinación de baja resistencia a la fluencia y elevado porcentaje de alargamiento son factores importantes en la optimización de las operaciones de embutido.

APLICACIONES.

- Equipo procesador de alimentos.
- Implantes médicos.
- Equipos para refinerías de petróleo.
- Equipo procesador de medicamentos.
- Aplicaciones marinas.
- Utensilios de cocina y aplicaciones en electrodomésticos.
- Contenedores para transportación de químicos.
- Intercambiadores de calor.

ACABADOS

El acero inoxidable 316 L puede ser presentado con los siguientes acabados:

Acabado N°. 1

Obtenido por laminación en caliente, recocido y decapado.

Acabado 2D

Acabado obtenido por laminación en frío, recocido y decapado.

Acabado 2B

Acabado obtenido por laminación en frío, recocido, decapado y skin paseado.

La información contenida en esta ficha técnica, puede modificarse sin previo aviso y no deberá de usarse para ninguna aplicación específica o general, sin contar primero con el visto bueno de Mexinox. TK Mexinox se deslinda de cualquier responsabilidad por el desempeño del acero en cuestión para cualquier propósito en particular. Las indicaciones y descripciones en el uso del producto final o en el rango de aplicación de los mismos, se proporcionan en esta ficha solamente como información. Nuestra compañía o sus filiales, incluyendo a su personal no pueden ser sujetos como responsables en el evento de descompostura, malfuncionamiento o falla debido a un diseño defectuoso del material o de otros procesos de manufactura con el acero, basándose o no en la información aquí contenida, y no serán sujetos bajo ninguna circunstancia, como responsables de cualquier daño, especialmente daños consecuenciales. Para cualquier información adicional o servicio, nuestra compañía y su Departamento de Investigación y Desarrollo están disponibles para proveer el apoyo necesario.

Tubos de acero inoxidable sin soldadura

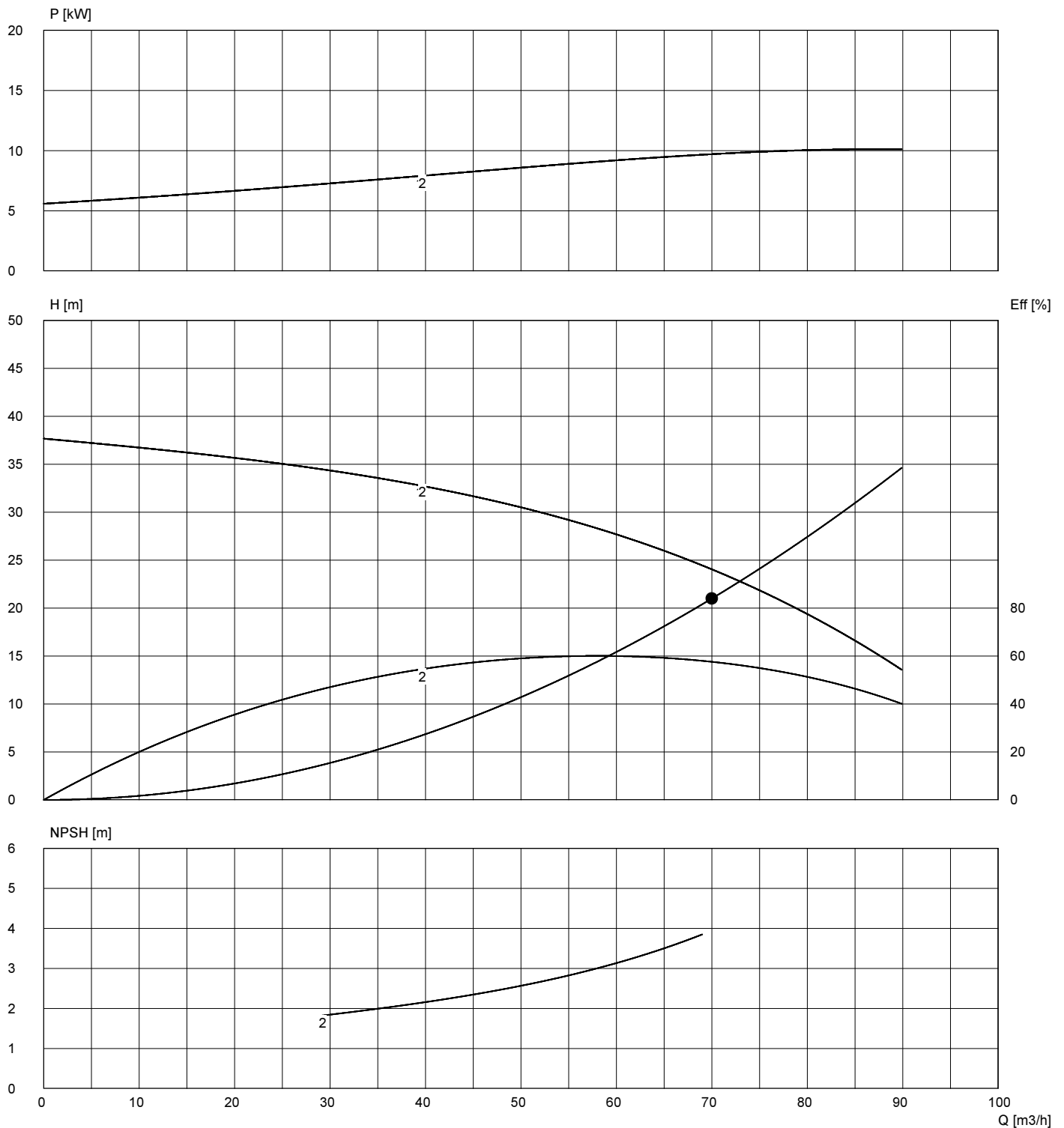
Según ASTM A312

Dimensiones Schedule según ANSI B36.19 y BS6.10
Calidades: AISI 304, 304L, 316, 316L

NPS	(O.D.) mm	5S	10S	Std. 40S	40	XS 80S	80	XXS
1/8"	10,29		1,24	1,73	1,73	2,41	2,41	
			0,28	0,37	0,37	0,47	0,47	
1/4"	13,72		1,65	2,24	2,24	3,02	3,02	
			0,49	0,64	0,64	0,82	0,82	
3/8"	17,15		1,65	2,31	2,31	3,20	3,20	
			0,63	0,87	0,87	1,12	1,12	
1/2"	21,3	1,65	2,11	2,77	2,77	3,73	3,73	7,47
		0,81	1,02	1,29	1,29	1,64	1,64	2,59
3/4"	26,7	1,65	2,11	2,87	2,87	3,91	3,91	7,82
		1,03	1,30	1,71	1,71	2,23	2,23	3,69
1"	33,4	1,65	2,77	3,38	3,38	4,55	4,55	9,09
		1,31	2,13	2,54	2,54	3,29	3,29	5,53
1.1/4"	42,2	1,65	2,77	3,56	3,56	4,85	4,85	9,70
		1,67	2,73	3,44	3,44	4,53	4,53	7,88
1.1/2"	48,3	1,65	2,77	3,68	3,68	5,08	5,08	10,16
		1,93	3,16	4,11	4,11	5,49	5,49	9,69
2"	60,3	1,65	2,77	3,91	3,91	5,54	5,54	11,07
		2,42	3,99	5,52	5,52	7,60	7,60	13,65
2.1/2"	73,0	2,11	3,05	5,16	5,16	7,01	7,01	14,02
		3,75	5,34	8,77	8,77	11,59	11,59	20,72
3"	88,9	2,11	3,05	5,49	5,49	7,62	7,62	15,24
		4,59	6,56	11,47	11,47	15,51	15,51	28,11
3.1/2"	101,6	2,11	3,05	5,74	5,74	8,08	8,08	16,15
		5,25	7,53	13,78	13,78	18,92	18,92	34,56
4"	114,3	2,11	3,05	6,02	6,02	8,56	8,56	17,12
		5,93	8,50	16,32	16,32	22,66	22,66	41,66
5"	141,3	2,77	3,40	6,55	6,55	9,93	9,93	19,05
		9,61	11,74	22,10	22,10	31,44	31,44	58,31
6"	168,3	2,77	3,40	7,11	7,11	10,91	10,91	21,95
		11,47	14,04	28,69	28,69	43,21	43,21	80,43
8"	219,1	2,77	3,76	8,18	8,18	12,70	12,70	22,23
		15,00	20,27	43,20	43,20	65,63	65,63	109,57
10"	273,1	3,40	4,19	9,27	9,27	12,70	15,06	25,40
		22,95	28,20	61,22	61,22	82,80	97,27	157,51
12"	323,9	3,96	4,57	9,53	10,31	12,70	17,45	25,40
		31,72	36,54	75,01	80,94	98,95	133,88	189,82
14"	355,6	3,96	4,78	9,53	11,13	12,70	19,05	
		34,86	41,99	82,58	96,00	109,04	160,54	
16"	406,4	4,19	4,78	9,53	12,70	12,70	21,41	
		42,20	48,07	94,70	125,20	125,20	206,40	
18"	457,20	4,19	4,78	9,53	14,27	12,70	23,80	
		47,46	54,15	106,83	158,27	141,35	258,29	
20"	508,00	4,78	5,54	9,53	15,06	12,70	26,19	
		60,23	69,70	118,95	185,89	157,51	315,97	
24"	558,80	5,54	6,35	9,53	17,45	12,70	30,94	
		83,80	95,92	143,20	258,74	360,21	189,20	

FRES 80-170 HO / SS

	1	2	3	4	
impeller ø	170	170			mm
speed	2900	2900			rpm
kin. viscosity	1	1			mm ² /s (cSt)
dyn. viscosity	1.22	1.22			mPa s (cP)
density	1220	1220			kg/m ³
orifice ø					mm



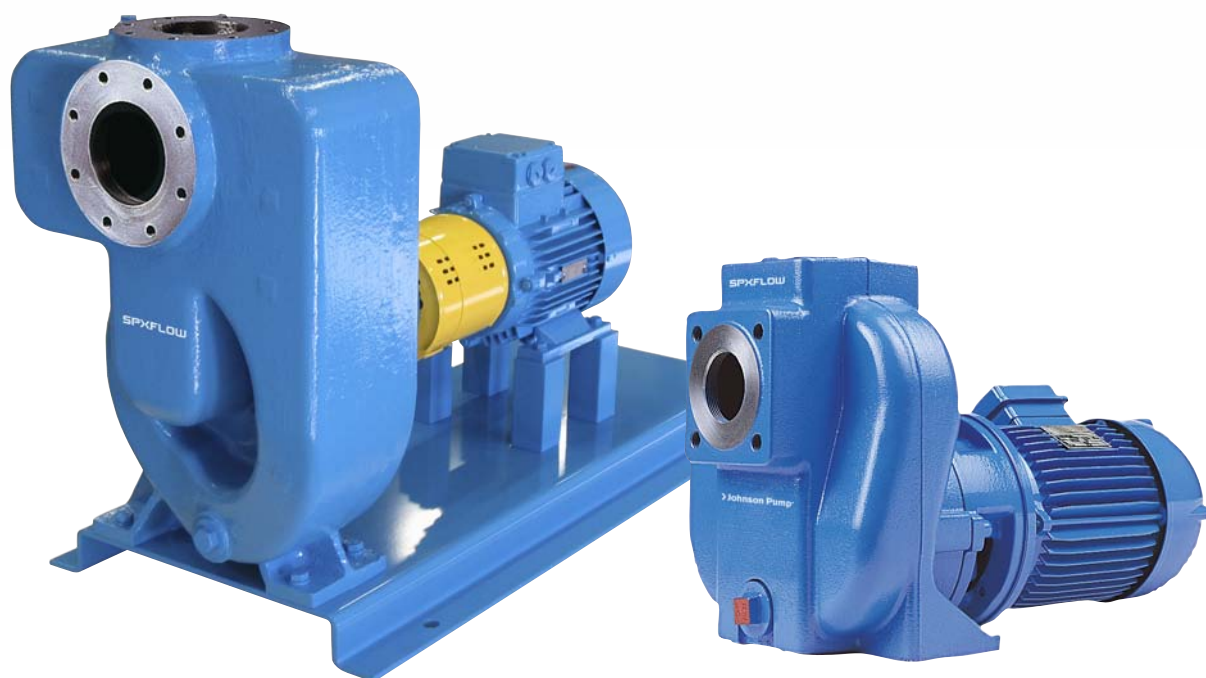
Curves according to EN ISO 9906, Grade 3

FRES 80-170 HO / SS

Duty points	1	2	3	4	
Q	73	73			m ³ /h
H	22.8	22.8			m
P	9.83	9.83			kW
NPSH req.					m
Efficiency	56.2	56.2			%
Efficiency BEP	60.1	60.1			%
Q /Q _{bep}	124.9	124.9			%
S-value					
MEI-value					
Spec. speed ns	29.99	29.99			
Impeller ø	170	170			mm
Kin. Viscosity	1	1			mm ² /s (cSt)
Dyn. Viscosity	1.22	1.22			mPa s (cP)
density	1220	1220			kg/m ³
Motor					
Speed	2900	2900			1/min
Max. power	10.12	10.12			kW
Orifice					
Pressure drop					m
Diameter					mm

FreFlow

Bombas Centrífugas Autoaspirantes



SPX FLOW, Inc. cuenta con muchos años de experiencia en diseño, fabricación y mantenimiento de bombas centrífugas autoaspirantes. Basándonos en esa experiencia, las bombas FreFlow se han desarrollado para cubrir un amplio campo de aplicaciones. Su diseño prima la facilidad de operación y su extraordinaria fiabilidad.

Based in Charlotte, North Carolina, SPX FLOW (NYSE: FLOW) is a multi-industry manufacturing company with operations in more than 35 markets worldwide. SPX FLOW's innovative, world-class products and highly-engineered solutions are helping to meet the needs of a constantly developing world and growing global population. You'll find our innovative solutions in everything from dairy plants and power plants to oil and gas pipelines, and the power grid. SPX FLOW is really everywhere you look.

We help our customers around the globe expand and enhance their food and beverage, power and energy and industrial production processes. For more information, please visit www.spxflow.com

FreFlow – Bombas centrífugas autoaspirantes para aplicaciones diversas

Las bombas FreFlow son bombas centrífugas autoaspirantes para vehicular líquidos cargados y de baja viscosidad. Su diseño innovador, elimina la necesidad de válvulas antiretorno en aspiración, resultando un menor mantenimiento. La lubricación mediante aceite en la parte atmosférica del cierre mecánico previene que la bomba trabaje en seco durante el proceso de autoaspiración. La capacidad de vehicular líquidos con aire o gas asegura un suave y continuo bombeo.

La bomba está disponible en hierro fundido, bronce y acero inoxidable.

Gracias a su material de alta calidad, la versión en acero inoxidable es excelente para vehicular líquidos agresivos, corrosivos y peligrosos para el medio ambiente.

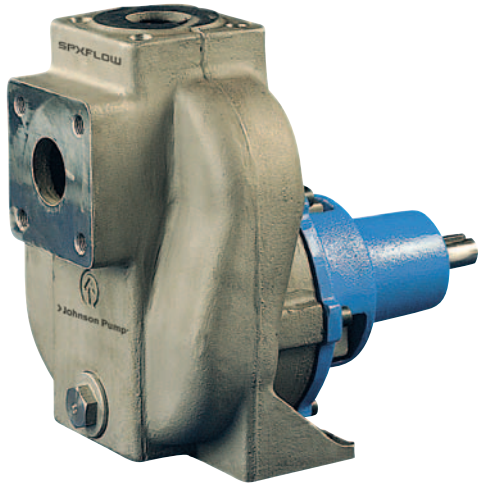
Industrias típicas son: química, petroquímica, farmacéutica, aceites y grasas, gas y electricidad, papel, plástico, pinturas, tratamiento de superficies y tratamiento de aguas.

La combinación de su facilidad de mantenimiento y operación, hacen de la gama FreFlow una bomba adecuada para solucionar un amplio número de aplicaciones.



Aplicaciones típicas de productos

Soluciones desde nuestra experiencia



KEY FEATURES

- No requiere válvula antiretorno en aspiración
- Cierre mecánico con baño de aceite
- Ideal para vehicular líquidos cargados
- adecuada para vehicular líquidos con aire o gas
- Fácil mantenimiento
- Fácil operación
- Cierre mecánico según EN 12756 (DIN 24960)

La gama FreFlow ha sido diseñada para cubrir las necesidades de los usuarios, en el bombeo de líquidos cargados así como líquidos conteniendo aire o gas.

Gracias a su excelente característica autoaspirante la gama FreFlow es usada en industria naval como bomba de achique y sentina así como contraincendios.

La FreFlow es usada frecuentemente en pozos donde sus altas prestaciones y su característica autoaspirante aseguran una fiable operación.

Su diseño compacto hace a la FreFlow fácil de manejo, mientras su diseño robusto asegura una larga durabilidad.

La bomba FreFlow es una buena alternativa a cualquier bomba sumergible.

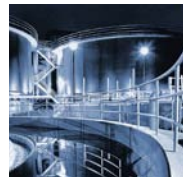
PETROQUÍMICA



QUÍMICA



TRATAMIENTO DE AGUA



INDUSTRIA GENERAL



CONSTRUCCIÓN NAVAL



Características y ventajas

NO REQUIERE VÁLVULA ANTI-RETORNO EN ASPIRACIÓN

- Fácil operación
- *Menor mantenimiento*

EXCELENTE CAPACIDAD DE ASPIRACIÓN

- Posibilidad de vehicular líquidos con aire o gas
- *No se requiere bomba de vacío o cualquier otro equipo auxiliar*

DISEÑO MODULAR

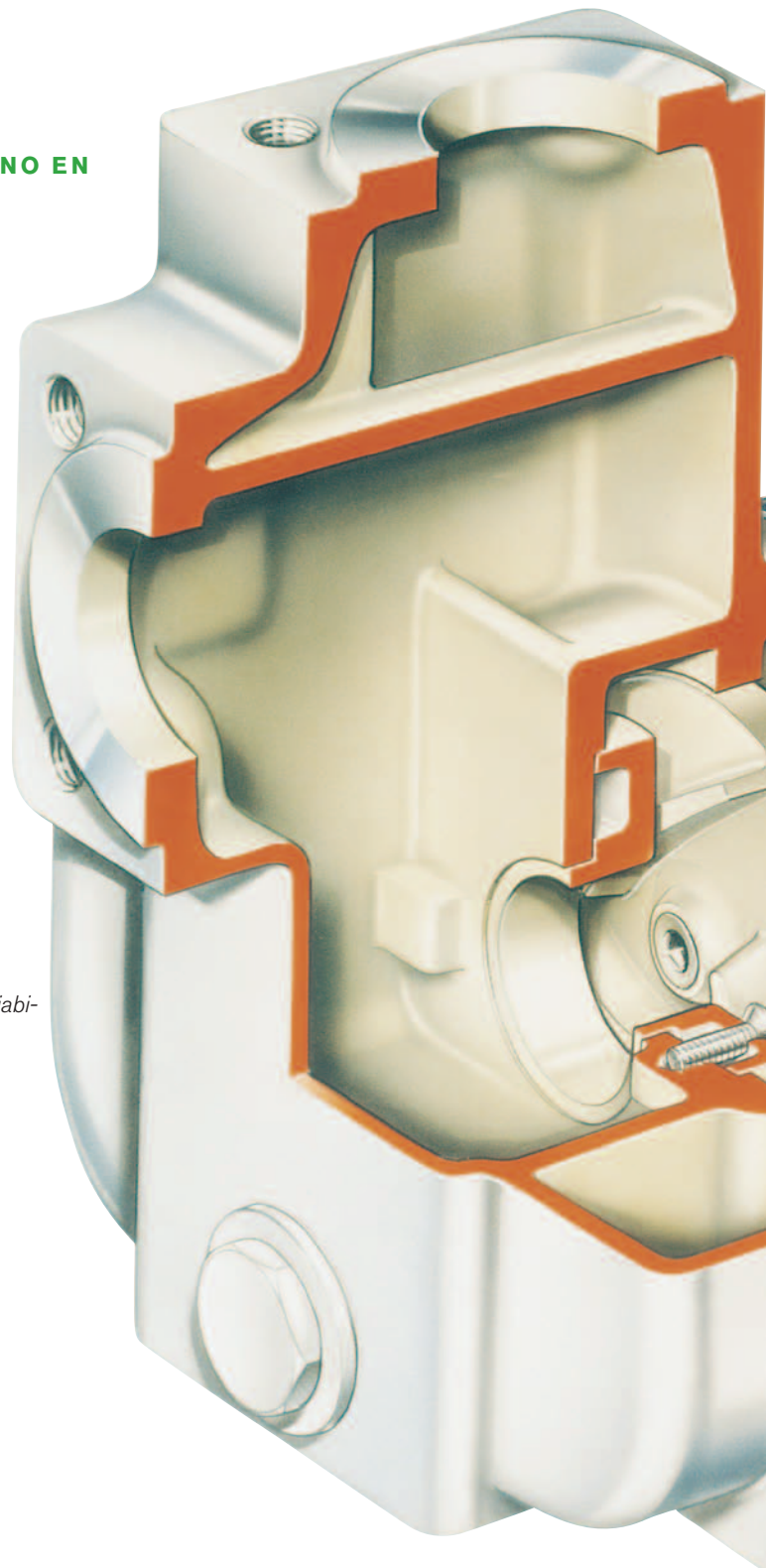
- 4 Grupos de soporte rodamientos
- *Se reduce el stock de piezas gracias a su alta intercambiabilidad dentro de la gama*
- ▪ *Construcción robusta*

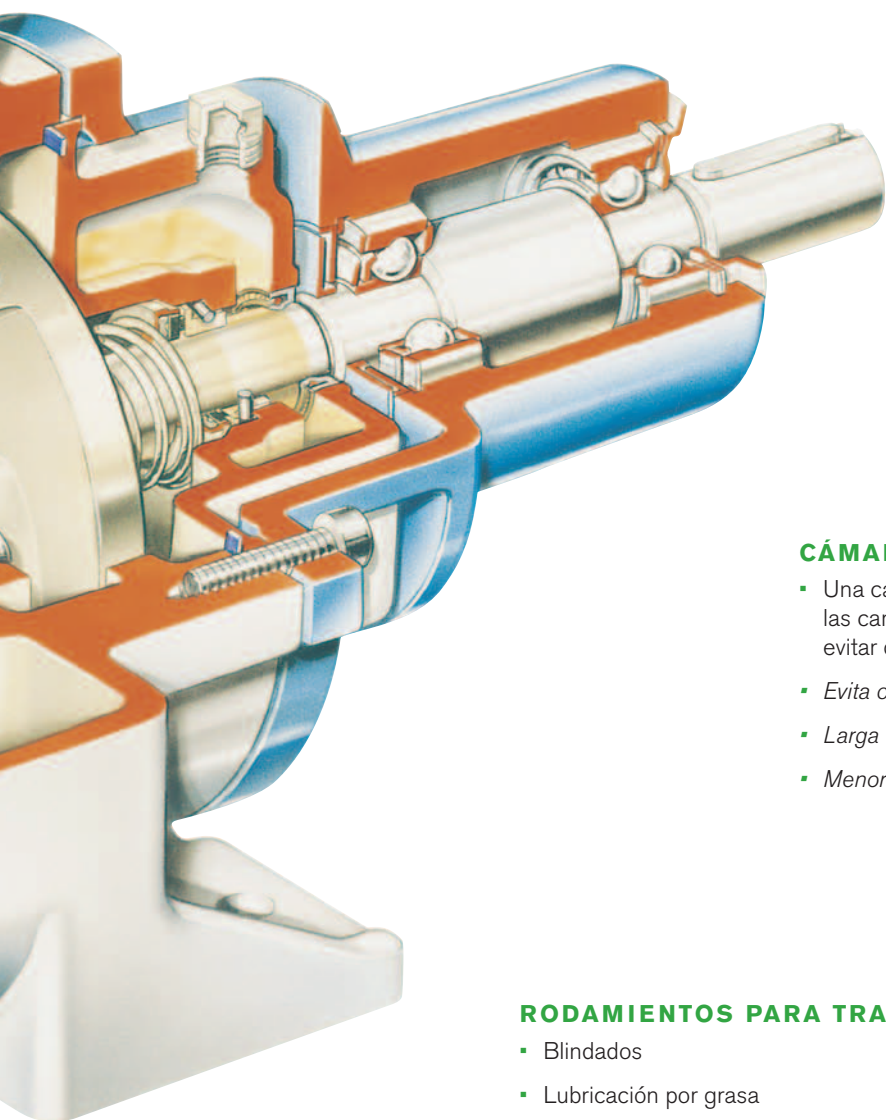
POSIBILIDAD DE DIFERENTES ACCIONAMIENTOS

- *Flexibilidad de operación*
- *Adaptable a su sistema*

TAPA PARA INSPECCIÓN Y LIMPIEZA

- *Fácil mantenimiento y limpieza*





PLACA DESGASTE

- Fácilmente reemplazable
- *Simple y económico mantenimiento*
- *Larga vida de servicio con máximas prestaciones*

SISTEMA DESMONTAJE HACIA ATRÁS “BACK-PULL-OUT”

- *Fácil mantenimiento*
- *No es necesario desconectar la línea de tuberías*

VARIAS OPCIONES DE SELLADO

- *Incluso cierre mecánico doble*
- *Adecuada para un número amplio de aplicaciones*

CÁMARA DE ACEITE

- Una cámara de aceite detrás del cierre mecánico, lubrica las caras del cierre cuando la bomba está cebándose para evitar que el cierre gire en seco
- *Evita cristalización entre las caras de roce*
- *Larga vida del cierre mecánico*
- *Menor riesgo de paradas en el proceso*

RODAMIENTOS PARA TRABAJO PESADO

- Blindados
- Lubricación por grasa
- *La bomba FreFlow puede trabajar en ambientes sucios y polvorientos*
- *Largos períodos de trabajo sin averías*

Datos técnicos

La gama FreFlow consiste en 19 bombas con conexiones entre 1.1/4" y 150 mm, capacidades hasta 300 m³/h y altura diferencial hasta 70 m. La capacidad de aspiración es de hasta 7 m. La presión máxima de operación es de 9 bar y las bombas pueden vehicular líquidos con viscosidad de hasta 150 mPas. El programa FreFlow ofrece una amplia flexibilidad de operación gracias a la posibilidad de sus diferentes accionamientos.



FRE
Bombas eje libre



FREF
Bombas acopladas por brida con motor de eje prolongado



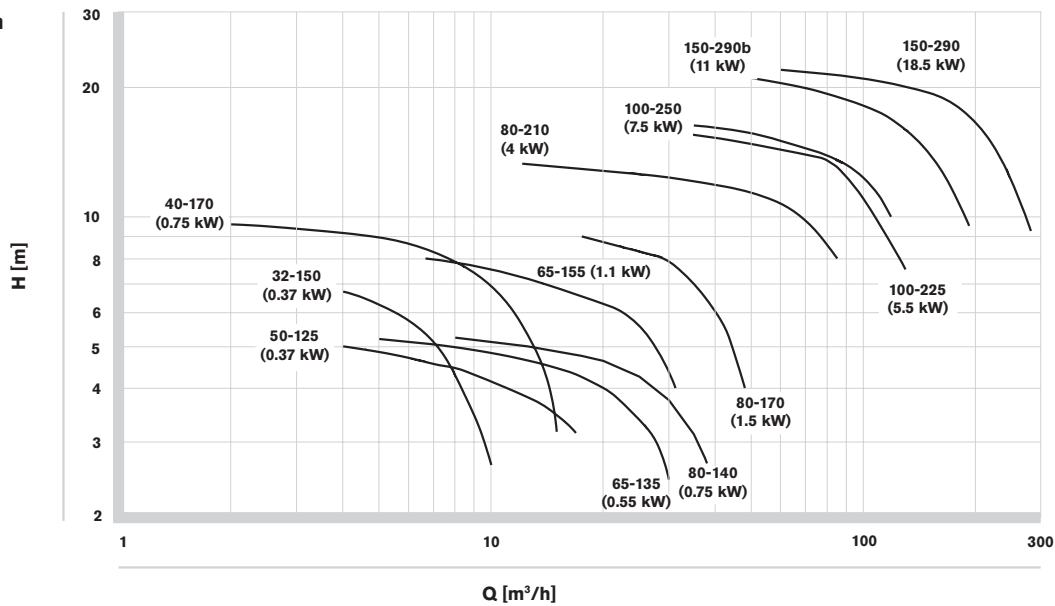
FRES
Bombas acopladas a motor IEC standard



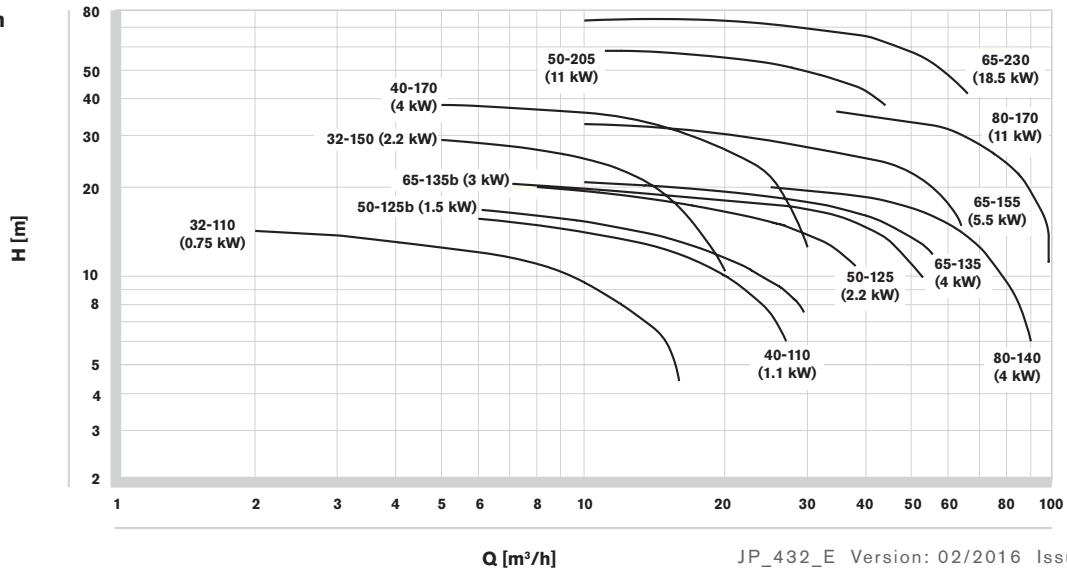
FREM
Bombas acopladas a motor de gasóleo o gasolina

Tabla selección

1.450 rpm



2.900 rpm



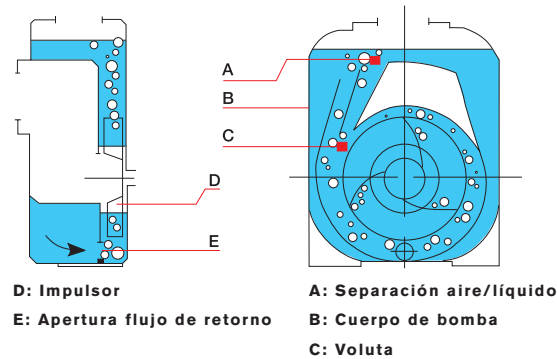
Principio de funcionamiento

El funcionamiento autoaspirante de la bomba FreFlow está basado en el principio de inyección.

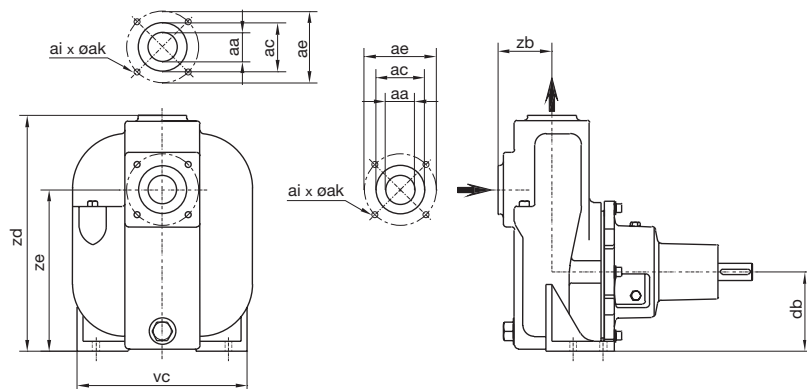
En la puesta en marcha el aire de la línea de aspiración es conducido hacia la bomba, y comprimido junto al líquido formando una mezcla de aire y líquido. Ésta mezcla asciende a la parte superior de la cámara de bombeo dónde el aire se separa del líquido y sale por la tubería de impulsión. El líquido recircula en el cuerpo de bombeo hasta que todo el aire es evacuado por la línea de impulsión. A partir de entonces la bomba funciona como una bomba centrífuga convencional.

Antes de la primera puesta en marcha el cuerpo de la bomba debe llenarse con líquido. El diseño especial de la bomba

evita que ésta se vacíe totalmente después de parada, de esta forma se evita tener que llenar de nuevo con líquido en la siguiente puesta en marcha.



Dimensiones y pesos



MODELO	AA	AC	AE	AI	AK	DB	VC	ZB	ZD	ZE	PESO, KG		
											FRE	FRES	FREM
32-110	BSP 1.1/4"	-	-	-	-	80	228	73	270	185	20	30	31
32-150	BSP 1.1/4"	-	-	-	-	100	240	73	300	205	30	50	43
40-110	BSP 1.1/2"	-	-	-	-	80	228	78	275	190	22	38	32
40-170	BSP 1.1/2"	-	-	-	-	160	292	78	395	285	60	90	-
50-125	BSP 2"	100	125	4	M16	100	260	100	330	220	40	60	50
50-125B	BSP 2"	100	125	4	M16	100	260	100	330	220	40	60	50
50-205	BSP 2"	100	125	4	M16	160	310	105	440	300	80	140	-
65-135	65 MM	120	145	4	M16	112	260	107	365	252	45	75	62
65-135B	65 MM	120	145	4	M16	112	260	107	365	252	45	65	52
65-155	65 MM	120	145	4	M16	132	292	107	395	282	52	105	92
65-230	65 MM	120	145	4	M16	160	356	114	475	325	90	215	-
80-140	80 MM	135	160	8	M16	132	292	126	410	282	62	90	76
80-170	80 MM	135	160	8	M16	160	360	126	470	340	100	210	-
80-210	80 MM	138	160	8	M16	220	400	130	620	480	130	-	-
100-225	100 MM	155	180	8	M16	200	440	156	595	430	145	200	-
100-225B	100 MM	155	180	8	M16	200	440	156	595	430	145	200	-
100-250	100 MM	158	180	8	M16	280	400	145	730	590	150	-	-
150-290	150 MM	212	240	8	M20	250	490	185	715	540	270	-	-
150-290B	150 MM	212	240	8	M20	250	490	185	715	540	270	-	-

FreFlow

SPXFLOW

Bombas Centrifugas
Autoaspirantes

Su contacto local

www.spxflow.com/en/johnson-pump/where-to-buy/

SPX FLOW TECHNOLOGY ASSEN B.V.

Dr. A.F. Philipsweg 51, 9403 AD Assen

P.O. Box 9, 9400 AA Assen, THE NETHERLANDS

P: +31 (0)592 37 67 67

F: +31 (0)592 37 67 60

E: johnson-pump.nl.support@spxflow.com

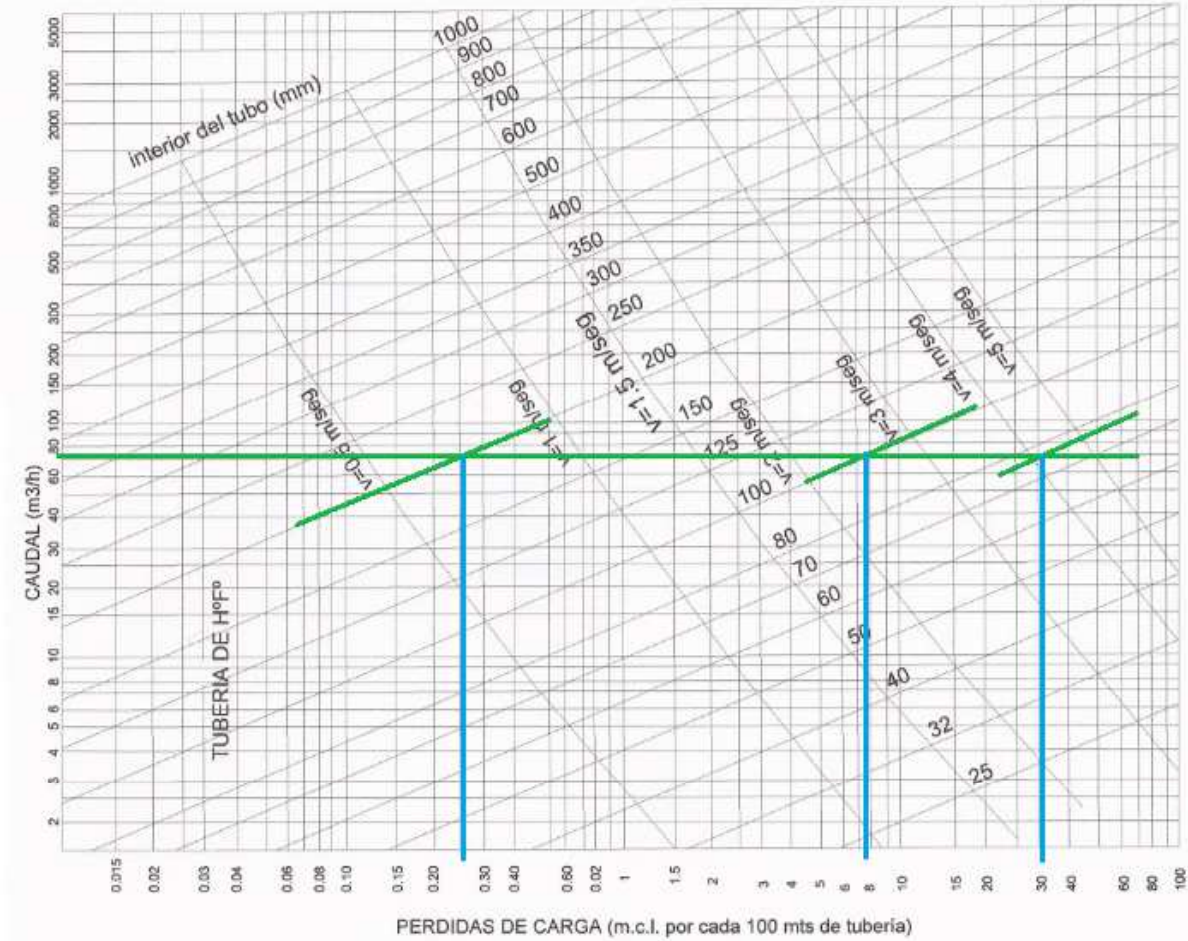
Hallará más información sobre nuestras filiales en todo el mundo, los certificados de homologación y los representantes locales en www.spxflow.com y www.johnson-pump.com. SPX FLOW, Inc. se reserva el derecho a introducir cambios de material o actualizar el diseño sin necesidad de previo aviso. Las características de diseño, los materiales utilizados y las dimensiones, tal y como se definen en este boletín, se facilitan sólo a título informativo y no serán vinculantes a menos que se confirmen por acuerdo escrito.

El verde ">" es una marca registrada de SPX FLOW, Inc.

JP_432_E Version: 02/2016 Issued: 03/2016

COPYRIGHT © 2016 SPX FLOW, Inc.

PÉRDIDA DE CARGA EN TUBERÍA NUEVA DE HIERRO FUNDIDO



15.15 Gráficos pérdidas de carga

Cálculo de pérdidas de carga

Pérdidas de carga en accesorios

Longitud equivalente de tubería recta (en metros).

Diámetro del tubo	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	400	500	600	700
Curva 90°	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	1	1.2	1.8	2	3	5	5.5	7	8	14	16
Codo 90°	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.3	1.7	2.5	2.7	4	5	7	9.5	11	19	22
Conos difusores	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Válvula de pie	6	7	8	9	10	12	15	20	25	30	30	45	60	75	90	100
Válvula retención	4	5	6	7	8	9	10	15	20	25	25	35	50	60	75	85
Válv. Compuerta 100% Abierta	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1.5	2	2	2	3	3.5	4	5
Válv. Compuerta 75% Abierta	2	2	2	2	2	2	4	4	6	8	8	8	12	14	16	20
Válv. Compuerta 50% Abierta	15	15	15	15	15	15	30	30	45	60	60	60	90	105	120	150

Valores aproximados, variables dependiendo de la calidad de los accesorios (válvulas, codos, etc.)

Tabla 1 Valores del coeficiente C de Hazem Williams

Descripción de la tubería	Valor de C
Tuberías rectas muy lisas	140
Tuberías de fundición lisas y nuevas	130
Tuberías de fundición usadas y de acero roblonado nuevas	110
Tuberías de alcantarillado vitrificadas	110
Tuberías de fundición con algunos años de servicio	100
Tuberías de fundición en malas condiciones	80
Tuberías de concreto	120
Tuberías de plástico	150
Tuberías de asbesto-cemento	140

Fuente: Mecánica de los fluidos e hidráulica *Shaum* (Ronald V. Giles pag. 250) y Abastecimiento de agua y alcantarillado (Terence J. McGhee pag. 32)