



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Título del Trabajo

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Autor: Joaquín Hernández Gómez
Director: Federico Cerón de Lara
Codirector: Isidoro José Martínez Mateo

Cartagena, 9/10/2015



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Índice

1 Memoria	2
1.1 Objeto y alcance del proyecto.....	3
1.3 Normativas.....	3
1.4 Definiciones.....	4
1.5 Caracterización de la cisternas.....	8
1.6 Marcado.....	39
2 Cálculos justificativos.....	40
2.1 Determinación de esfuerzos y espesores en condiciones de ensayo...47	
2.2 Esfuerzos dinámicos.....	48
2.3 Cálculo de estabilidad.....	54
2.4 Resumen de parámetros y tablas.....	58
3 Procedimientos de fabricación y soldadura.....	62
3.1 Fases de fabricación, montaje y soldadura.....	68
3.2 Procedimientos, técnicas empleadas, certificación y cualificación.....	69
4 Inspecciones, ensayos y pruebas.....	70
4.1 Tipos de inspecciones.....	75
5 Documentación y certificación.....	77
6 Evaluación de riesgos de seguridad y medioambiente.....	78
6.1 Plan de emergencia.....	79
6.2 Impacto ambiental.....	83
ANEXO 1. Planos.	
ANEXO 2. Documentación y certificación.	
ANEXO 3. Detalles de soldadura.	
ANEXO 4. Conformidad del vehículo.	

1 Memoria

1.1 Objeto y alcance del proyecto.

El objeto del presente proyecto técnico es el diseño, cálculo, fabricación y evaluación de la conformidad(marcado CE) de una cisterna para su acoplamiento en el bastidor de un camión,destinado al transporte de mercancías peligrosas por el territorio de la unión europea , regulado por el ADR 2013.

La cisterna esta destinada concretamente al transporte de acetona, liquido peligroso de clase III.

1.2 Normativa.

- Código ADR 2013. Ministerio de Fomento.

-Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera (ADR), hecho en Ginebra el 30 de septiembre de e1957, aprobadas por el Grupo de Trabajo para el Transporte de Mercancías Peligrosas de la Comisión europea (BOE14/03/2013).

-RD1388/2011, de 14 octubre, por el que dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 2010/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de junio de 2010 sobre equipos a presión transportables. (BOE 15/10/2011).

-ITC EP-6 recipientes a presión transportables.

-RD 551/2006, de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.

-Resolución de 21 de noviembre de 2005, de la Dirección General de Transporte por Carreteras sobre la inspección y control por riesgos inherentes al transporte de mercancías peligrosas por carretera.

-RD 2060/2008 (Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo del 29 de mayo de 1997) relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados Miembros sobre equipos a presión.

-Directiva 70/156/CEE del Consejo, de 6 de febrero de 1970, relativa a la aproximación

de las legislaciones de los Estados Miembros sobre la homologación de vehículos a motor y de sus remolques. (RD 750/2010, de 4 de junio).

-Orden ITC/2632/2010, de 5 de octubre, por el que se actualiza el anexo III y se modifican varios apartados y apéndices de los Anexos V y VI del RD 551/2006 por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.

-RD 1211/1990, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el reglamento de la Ley de Ordenación de los Transportes Terrestres.

-RD 222/2001, de 2 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 1999/36/CE, del Consejo, de 29 de abril, relativa a equipos a presión transportables. (BOE 3/3/2001).

1.3 Definiciones.

-*Acero de referencia*", acero con una resistencia a la tracción de 370 N/mm² y un alargamiento a la ruptura del 27 %.

-*Acero suave*", acero cuyo límite mínimo de la resistencia a la ruptura por tracción está comprendida entre 360 N/mm² y 440 N/mm².

-*Aseguramiento de la calidad*", un programa sistemático de controles y de inspecciones aplicado por toda organización o todo organismo y dirigido a ofrecer una garantía apropiada de que las disposiciones de seguridad del ADR sean respetadas en la práctica.

-*Autoridad competente*", la/s autoridad/es o cualquier organismo/s designado/s como tal/es en cada Estado y en cada caso en particular según el derecho nacional.

-*Capacidad de un depósito o de un compartimento de un depósito*", para cisternas, volumen total interior de un depósito o del compartimento de un depósito expresado en litros o metros cúbicos. Cuando sea imposible llenar completamente el depósito o el compartimento de un depósito, por su forma o por su construcción, esta capacidad reducida se utilizará para la determinación del grado de llenado y para el marcado de la cisterna.

-*Capacidad máxima*", volumen interior máximo de los recipientes o los envases o embalajes incluidos los grandes embalajes y los grandes recipientes para mercancía a granel (GRG(IBC)), expresado en metros cúbicos o en litros.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

- "Capacidad nominal del recipiente", el volumen nominal expresado en litros de la materia peligrosa contenida en el recipiente.
- "Cargamento completo", todo cargamento proveniente de un solo expedidor a quien queda reservado el empleo exclusivo de un vehículo o de un gran contenedor y para quien se efectúan todas las operaciones de carga y descarga, conforme a las instrucciones del expedidor o del destinatario.
- "Cargador de cisternas o Llenador", la empresa que introduce las mercancías peligrosas en una cisterna (vehículo cisterna, cisterna desmontable, cisterna portátil, contenedor cisterna) o en un vehículo batería o CGEM, o en un vehículo, gran contenedor o pequeño contenedor para mercancía a granel.
- "Cierre", dispositivo que sirve para cerrar la abertura de un recipiente.
- "Cisterna", un depósito, incluidos sus equipos de servicio y de estructura. Cuando la palabra se utiliza sola, engloba los contenedores cisterna, las cisternas portátiles, las cisternas desmontables y las cisternas fijas, como se definen en esta sección, así como las cisternas que constituyen elementos de vehículos batería o de CGEM;
- "Cisterna fija", una cisterna de una capacidad superior a 1000 litros que está fijada sobre un vehículo (que se convierte así en un vehículo cisterna) o que forma parte integrante del chasis de tal vehículo.
- "CMR", el Convenio relativo al Contrato de Transporte Internacional de Mercancías por Carretera (Ginebra, 19 de mayo de 1956), en su versión revisada.
- "Componente inflamable" (para los aerosoles), de líquidos inflamables, sólidos inflamables o gases o mezclas inflamables, tal como se definen en el Manual de Pruebas y de Criterios Parte III, subsección 3.1.1.3, Notas 1 a 3. El calor químico de combustión deberá determinarse por medio de uno de los siguientes métodos: ASTM D 240, ISO/FDIS 13943: 1999 (E/F) 86.1 a 86.3 ó NFPA 30B.
- "Directiva CE", disposiciones decididas por las instituciones competentes de la Comunidad Europea y que afectan a todo Estado miembro destinatario en cuanto a los resultados a alcanzar, dejando a las instancias nacionales la competencia en cuanto a la forma y a los medios;
- "Dossier de la cisterna", un expediente que contiene todas las informaciones técnicas

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

importantes relativas a la cisterna, vehículo batería o CGEM, tales como las actas y certificados mencionados en 6.8.2.3, 6.8.2.4 y 6.8.3.4;

-“EN”, (Norma), una norma europea publicada por el Comité europeo de normalización (CEN), (CEN - Avenue Marnix 17, B-1000 Bruselas);

-“Equipo de estructura”, de la cisterna de un vehículo cisterna o de una cisterna desmontable, los elementos de fijación, de reforzamiento, de protección o de estabilización que son exteriores o interiores al depósito.

-“Equipo de servicio”, de la cisterna, los dispositivos de llenado, de vaciado, de aireación, de seguridad, de calefacción y de aislamiento térmico, así como los aparatos de medida.

-“Evaluación de conformidad”, se refiere al proceso de verificar la conformidad de un producto según lo previsto en las secciones 1.8.6 y 1.8.7 relativas a la aprobación de tipo, la supervisión de fabricación, la inspección y pruebas iniciales.

-“Grado de llenado”, la relación entre la masa de gas y la masa de agua a 15 °C que llenaría completamente un recipiente a presión listo para su uso.

-“Grupo de embalaje”, a los fines de embalaje, un grupo al que pertenecen algunas materias en función del grado de peligrosidad que presentan para el transporte. Los grupos de embalaje tienen el siguiente significado:

-Grupo de embalaje I: materias muy peligrosas.

-Grupo de embalaje II: materias medianamente peligrosas.

-Grupo de embalaje III: materias poco peligrosas.

-“ISO”, (Norma), una norma internacional publicada por la Organización internacional de normalización (ISO), (ISO – 1 rue de Varembe – CH 1204 Geneve 20)

-“Mercancías peligrosas”, las materias y objetos cuyo transporte está prohibido según el ADR o autorizado únicamente en las condiciones que este prevé.

-“Numero ONU”, el número de identificación de cuatro cifras de las materias u objetos extraído del Reglamento Tipo de la ONU.

-“Presión de cálculo”, una presión ficticia como mínimo igual a la presión de prueba,

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

pudiendo rebasar más o menos la presión de servicio según el grado de peligro representado por la materia transportada, y que únicamente sirve para determinar el espesor de las paredes del depósito, independientemente de todo dispositivo de refuerzo exterior o interior.

-“Presión de llenado”, la presión máxima efectivamente alcanzada en la cisterna durante el llenado a presión.

-“Presión de prueba”, la presión que debe ejercerse en el transcurso de la prueba de presión de la cisterna para el control inicial o periódico.

-“Presión de servicio”, la presión estabilizada de un gas comprimido a la temperatura de referencia de 15 °C en un recipiente a presión lleno.

-“Presión de vaciado”, la presión máxima efectivamente alcanzada en la cisterna durante el vaciado a presión.

-“Punto de inflamación”, la temperatura más baja de un líquido en la que sus vapores forman con el aire una mezcla inflamable.

-“Reglamento CEE”, Reglamento anejo al Acuerdo referente a la adopción de disposiciones técnica informes aplicables a los vehículos de ruedas, a los equipos y a las piezas susceptibles de ser montadas o utilizados en un vehículo con ruedas y las condiciones de reconocimiento recíproco de las homologaciones entregadas de acuerdo con estas disposiciones (Acuerdo de 1958, modificado).

-“Válvula de depresión”, dispositivo con resorte sensible a la presión funcionando automáticamente, para proteger a la cisterna contra una depresión interior inadmisibles.

-“Válvula de seguridad”, dispositivo con resorte sensible a la presión funcionando automáticamente, para proteger la cisterna contra una sobrepresión interior inadmisibles.

-“Vehículo-cisterna”, vehículo construido para transportar líquidos, gases, o materias pulverulentas o granuladas y que comprenden una o varias cisternas fijas. Además del vehículo propiamente dicho o los elementos de vehículo portador, un vehículo cisterna tiene uno o varios depósitos, sus equipos y las piezas de unión al vehículo o a los elementos de vehículo portador.

1.4 Caracterización de la cisterna.

1.4.1 Diseño del depósito.

1.4.1.1 Producto a contener:

1.4.1.1.1 Ficha técnica del producto a transportar

-A. Identificación de la sustancia: ACETONA

Formula química: C₃H₆O, CH₃COCH₃.

Peso molecular: 58.08 g/ mol.

Composición: C: 62.04 %; H: 10.41 % y O: 27.55 %.

-B. Generalidades: La acetona es un líquido incoloro, de olor característico agradable, volátil, altamente inflamable y sus vapores son mas pesados que el aire.

Se obtiene como subproducto en la fermentación por medio de la cual se obtiene alcohol butílico;por oxidación de isopropanol; por ruptura de hidroperóxido de cumeno en la cual se obtiene, además, fenol; por destilación de acetato de calcio; por destilación destructiva de madera y a partir de oxidación por cracking de propano.

Es utilizada como disolvente de grasas, aceites, ceras, hules, plásticos, lacas y barnices. Se usa en la manufactura de algunos explosivos, rayón, películas fotográficas, elaboración de removedores de pinturas y barnices, purificación de parafinas, en la deshidratación y endurecimiento de tejidos, en la extracción de algunos productos vegetales y animales y como materia prima en una gran variedad de síntesis en química orgánica. Por otra parte, junto con hielo y dióxido de carbono sólido, se puede utilizar para enfriar a temperaturas muy bajas.

-
-C.:Propiedades físicas y termodinámicas.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

- Punto de ebullición: 56.5°C
- Punto de fusión: -94°C.
- Densidad: 0.788 g/ ml (a 25°C) 0.7972 g/ml (a 15°C)
- Índice de refracción: 1.3591 (a 20°C) y 1.3560 (a 25°C).
- Punto de inflamación en copa cerrada -18°C
- Presión de vapor a(20°C)185 mmhg
- Densidad de vapor (agua:1):2
- Límites de explosividad: 2.6-12.8 %
- Conductividad eléctrica (S/cm) $5,5 \cdot 10^{-8}$ (a 298,15°K)
- Temperatura crítica: 235.05 °C
- Presión crítica: 35257.5 mmHg.
- Solubilidad: Miscible con agua, alcoholes, cloroformo, dimetilformamida, aceites y éteres.

-
-D. Identificación de riesgos.

- Marca en etiqueta: "INFLAMABLE"

- Clasificación de riesgo del producto:
 - Salud:1 -Inflamabilidad: 3 -Reactividad:0

- Peligro para la salud : En altas concentraciones es narcótico. Al ser ingerido puede llegar a causar daños a los riñones cambios metabólicos y coma. Es irritante.

-Efectos por sobreexposición aguda (por una vez):

Una sobreexposición a vapores del producto, o la absorción percutánea de cantidades significantes, así como, la ingestión del producto, tienen un efecto tóxico sobre el Sistema Nervioso Central "Narcosis", caracterizado

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

por dolor de cabeza, vértigo, náuseas, pérdida de la coordinación.

- Inhalación: Nocivo por inhalación. Los vapores son irritantes a las membranas y mucosas del tracto respiratorio superior (nariz, garganta, etc.) Es narcótico a elevadas concentraciones de los vapores (Narcosis).
- Contacto con la piel: El líquido irrita levemente la piel, por lo tanto, un contacto repetitivo o prolongado puede derivar en un resecaimiento de la piel, pudiendo ocasionar una dermatitis. Además, la acetona puede ser absorbida a través de la piel y puede causar una toxicidad sistemática.
- Contacto con los ojos: El líquido o altas concentraciones de vapor, irritan severamente los ojos. Puede producir "Narcosis"
- Ingestión: Muy irritante de las mucosas.

-Efectos por sobreexposición crónica (largo plazo):

El contacto prolongado y/o repetido puede causar sequedad en la piel que puede producir dermatitis. La exposición crónica puede producir daños en los riñones y el metabolismo.

-Condiciones médicas agravadas por la exposición al producto:

Si preexisten desordenes o trastornos en los ojos , piel ,vías respiratorias y gastrointestinales , estos pueden verse agravados por la exposición a este producto.

Las personas con problemas crónicos en el sistema respiratorio no deben ser expuestas al contacto con el producto.

- Peligro medio ambiente:

La acetona es un producto de baja toxicidad, pero presenta

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

un riesgo indirecto en el ambiente acuático por su biodegradabilidad, lo que conduce a una reducción del oxígeno. Presenta un riesgo tóxico insignificante para los organismos acuáticos y es a lo más, levemente tóxico por vía oral para los mamíferos de laboratorio.

- Peligro especial: Producto extremadamente inflamable.
-

-
-E. Primeros auxilios:

En caso de contacto accidental con el producto, proceder de acuerdo a:

- Inhalación: Trasladar a la persona afectada al una atmósfera no contaminada para que respire aire puro, y proveer de oxígeno a la víctima si su respiración es dificultosa, está mareada o no responde. Si no se produce una rápida recuperación, obtener atención médica.
- Contacto con los ojos: Lavar de inmediatamente con abundante agua manteniendo los párpados abiertos por lo menos 15 minutos. OBTENER ATENCIÓN MÉDICA INMEDIATAMENTE.
- Contacto con la piel: Lavar con agua y jabón, remover la ropa contaminada. Si ocurre una irritación buscar atención médica. Lave la ropa antes de usarla nuevamente.
- Ingestión: No provocar el vomito. No dar loquidos a la victima si esta se encuentra inconsciente o muy adormecida . Haga que la víctima se enjuague la boca con dos sorbos de agua para eliminar el sabor de la boca, si vomita espontáneamente, mantenga su cabeza bajo las caderas para evitar aspiración. Si no se produce una rápida recuperación, obtener atención médica.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

-Información para el médico: Causa depresión en el sistema nervioso central "Narcosis".
Una exposición prolongada o repetida puede originar dermatitis.

-

-F. Medidas de lucha contra el fuego:

-Agentes de extinción: espuma antialcohol, polvo químico seco o dióxido de carbono la niebla de agua puede no ser efectiva.

-Procedimientos especiales de combate:

En lo posible, mantenga el viento en la espalda, ataque el fuego de la mayor distancia posible.

Refrigere los contenedores expuestos al fuego.

-Equipos de protección: Ropa protectora de cobertura completa y equipo respiratorio autónomo.

-G. Medidas para controlar derrames y fugas.

-Utilice el equipo de seguridad mínimo como bata y lentes de seguridad.

-Dependiendo de la magnitud del derrame, se utilizará equipo de respiración autónoma, botas y guantes de hule natural o neopreno, no utilizar PVC.

-Evite la presencia de chispas, fuegos y cualquier fuente de ignición cerca del derrame y evacuar el área, si es necesario.

-Evite que el líquido derramado entre en contacto con suministros de agua y drenajes.

-Por lo cual, deben construirse diques para contener el derrame.

-Use agua en forma de rocío para dispersar y diluir los vapores. Este líquido debe almacenarse para tratarlo de manera adecuada posteriormente.

-El derrame puede absorberse con arena o cualquier otro absorbente y tratarse como en los desechos .

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

-H. Manipulación y almacenamiento:

-Recomendaciones técnicas:

Este producto se debe usar en zonas bien ventiladas, puede ser necesaria una ventilación local forzada. La electricidad estática puede acumularse y crear un riesgo de incendio por lo tanto, los equipos deben estar conectados a tierra. No deben existir fuentes de ignición.

-Precauciones:

Tome las precauciones normales para almacenar inflamables:
lugares bien ventilados, con iluminación a prueba de explosión, con equipamiento cercano para el combate de incendios.

-Recomendaciones para la manipulación:

Use anteojos de protección química, guante de neopreno de puño largo, si las condiciones lo hacen necesario trompa respiratorias con filtro para vapores orgánicos.

-Condiciones de almacenamiento:

Manténgase lejos de la luz directa del sol y de otras fuentes de calor o ignición. No fumar en áreas de almacenamiento. Manténgase el recipiente bien cerrado y consérvese en lugar bien ventilado.

-Envase adecuado y no adecuado:

Los contenedores deben ser metálicos.

-I. Estabilidad y reactividad:

-Estabilidad:

Estable en condiciones normales de uso.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Reacciona con agentes oxidantes fuertes.
Puede ser oxidado a ácidos y reducido al alcohol correspondiente (IPA, Isopropanol).

-Condiciones a evitar:

Calor, llamas y chispas, acumulación de vapores.

-Productos peligrosos de la descomposición:

No se ha encontrada nada conocido.

-Productos peligrosos de la combustión:

Durante la combustión se puede formar Monóxido de carbono y compuestos orgánicos no identificables.

-Polimerización peligrosa: No se produce.

-J. Información toxicológica.

-Toxicidad aguda:

Irritante de las mucosas y de la piel en caso de contacto prolongado. Narcótico en concentraciones elevadas.

-Toxicidad crónica o de largo plazo:

Puede haber efectos sistémicos sobre el metabolismo y sobre los riñones en caso de contacto prolongado a concentraciones elevadas.

-Efectos locales:

Irritante.

-Sensibilización:

No hay datos al respecto.

-

-K. Información sobre el transporte:

Transporte terrestre:

-Código HAZCHEM: 2 YE

-Marcas aplicables: Etiqueta y rótulo Clase 3.1 inflamable.

Transporte marítimo:

-Código IMG 3020.

-clase 3.1 Marcaje: líquido inflamable.

Transporte aéreo:

-Código ICAO/IATA: 1090.

-Clase: 3.

-Cantidad máxima en vuelos comerciales: 5 l .

-Cantidad máxima en vuelos de carga: 60 l.

1.4.1.1.2 Grado de llenado:

Habiendo definido el grado de llenado en 1.3 (Definiciones) , decimos que nuestra cisterna destinada al transporte de una sustancia líquida,tóxica e inflamable que no presenta otros peligros como corrosividad , provistas de dispositivos de aireación y válvulas de seguridad , podrá ir cargada como máximo al siguiente grado de llenado calculado :

$$\text{grado de llenado} = \frac{98}{1 + \alpha (50 - t_F)} \% \text{ de la capacidad}$$

En estas fórmulas, α representa el coeficiente medio de dilatación cúbica del líquido entre 15° C y 50° C, es decir, para una variación máxima de temperatura de 35° C.

α se calcula a partir de la fórmula:

$$\alpha = \frac{d_{15} - d_{50}}{35 d_{50}}$$

siendo d_{15} y d_{50} las densidades del líquido a 15°C y 50°C, y t_F la temperatura media del líquido en el momento del llenado.

$$D_{15} = 806.51 \text{ kg/m}^3$$

$$D_{50} = 765.55 \text{ kg/m}^3$$

El grado de llenado para nuestra sustancia es del 94%, el cual la sustancia será en estado líquido, el restante (6%) será sustancia en estado gaseoso.

1.4.1.2 Tipo de depósito.

1.4.1.2.1 Caracterización del depósito:

- El depósito tendrá una sección lateral recta, sección transversal circular y las cabezas o fondos del depósito serán toriesféricos del tipo klöpper, hemos optado por una cisterna con este tipo de geometría ya que es la de diseño más sencillo e intuitivo a la hora de interpretar la normativa vigente.
- Constará de 4 compartimentos independientes de 7,31m³ x compartimento, cada compartimento estará dotado de un rompeloas, estando a una distancia menor de 1750mm que es la máxima a la cual debe haber uno para asegurar la estabilidad del conjunto.
- El depósito se ha diseñado para el transporte de una sustancia específica como es la acetona y se podría haber fabricado monocuba, sin dividir en compartimentos estancos, pero esto limita el uso de la cisterna posteriormente para su utilización en el transporte de sustancias que por su similitud y misma clasificación de peligrosidad podrían ser transportadas en algunos de los compartimentos estancos e independientes, debiéndose consultar la compatibilidad de transporte de otras sustancias para su uso de la misma.
- Estará fijado al bastidor de un semirremolque de tres ejes de la empresa SICAL "ingeniería para el transporte", de 13.620 mm con homologación de tipo cumpliendo los requisitos según Directiva 70/156/CEE sobre la homologación de vehículos a motor y de sus remolques.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

-Todas las dimensiones y parámetros de la cisterna serán calculados según según normativa **ADR** y la norma **UNE EN 13094** en la cual se abordan todos los aspectos a tener en cuenta para su diseño y fabricación.

1.4.1.2.2 Código de la cisterna:

Según normativa ADR el código de la cisterna es LGBF lo cual tiene el siguiente significado:

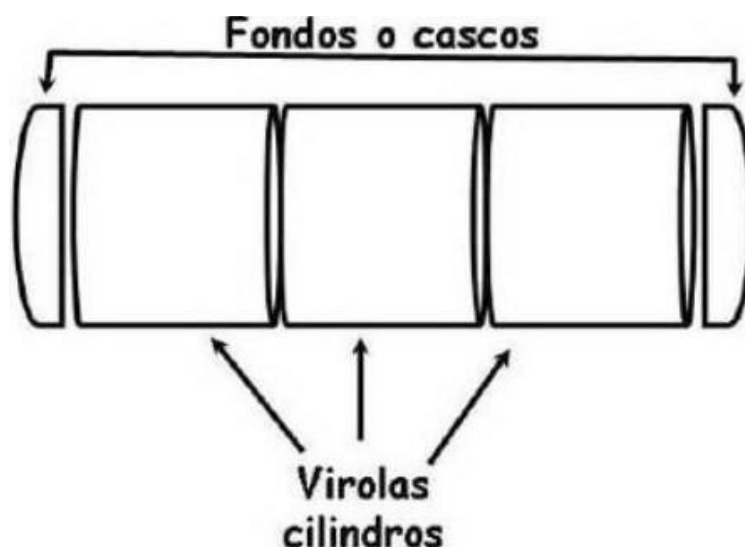
Parte	Descripción	Código cisterna
1	Tipo de cisterna	L=cisterna para materias en estado líquido (materias líquidas o materias sólidas entregadas para el transporte en estado fundido);
2	Presión de cálculo	G = presión mínima de cálculo según las disposiciones generales del 6.8.2.1.14 del ADR; o 1,5; 2,65; 4; 10; 15 o 21 = presión mínima de cálculo en bar (véase 6.8.2.1.14 del ADR).
3	Aberturas	B=cisterna con aberturas de llenado y vaciado situadas en la parte inferior con 3 cierres;
4	Válvulas/dispositivos de seguridad	F=cisterna con dispositivo de aireación, según 6.8.2.2.6 del ADR, provisto de un dispositivo de protección contra la propagación del fuego o cisterna resistente a la presión generada

		por una explosión
--	--	-------------------

1.4.1.3 Especificaciones del depósito.

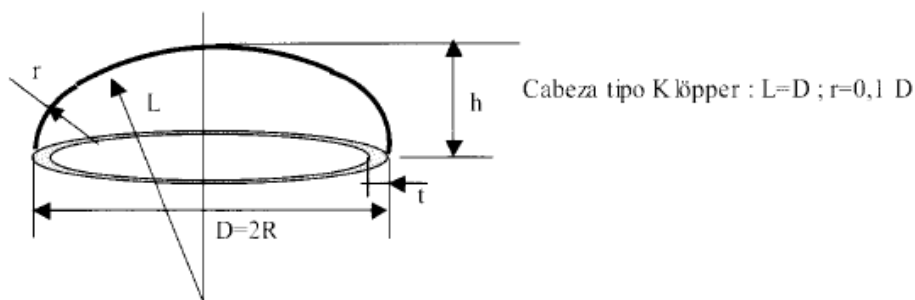
1.4.1.3.1 Dimensionamiento:

El semirremolque donde va a fijarse el depósito tiene una longitud de 13.620mm y el depósito 12.500mm dejando 1.100mm en el voladizo trasero para la instalación de un caja metálica de protección de las válvulas de descarga e instrumentos.



-Virolas: conformadas mediante cilindrado en frío tendrán una longitud total $L_{VIROLA}=12.000$ mm de longitud con un diámetro exterior $D=1.800$ mm y un espesor $t=5$ mm.

- Fondos o tapas toriesféricas:



Hemos optado por este tipo de tapas ya que son las más fáciles para el conformado, más económicas y utilizadas.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

$D=1.800\text{mm}$; $L=1.800\text{mm}$; $r= 180\text{mm}$; $h= 250\text{mm}$

La estructura básica del depósito esta compuesta por las virolas y las tapas toriesféricas que nos determinan la capacidad de almacenamiento.

El volumen total es la suma de los volúmenes de las dos tapas y el cilindro de las virolas.

$$V_{\text{TAPA}} = \pi \cdot h^2 (R - (h/3)) = 0,16\text{m}^3 \text{ (como son dos tapas)} \quad V_{\text{TAPAS}} = 0,32\text{m}^3$$

$$A_{\text{CILINDRO}} = \pi \cdot D^2 / 4 = 2,53\text{m}^2 ; \quad V_{\text{CILINDRO}} = A_{\text{CILINDRO}} \cdot L_{\text{VIROLA}} = 30,36\text{m}^3$$

$$V_{\text{TOTAL}} = V_{\text{CILINDRO}} + V_{\text{TAPAS}} = 0,32 + 30,36 = 30,68 \text{ m}^3.$$

Como el depósito tiene 4 compartimentos independientes y de idéntica capacidad el volumen total se divide entre 4.

$$V_{\text{COMPARTIMENTO}} = 7,675\text{m}^3$$

1.4.1.3.2 Materiales:

La selección del material para la fabricación de la cisterna se realiza siguiendo la especificaciones del ADR 2013.

Teniendo en cuenta que casi la totalidad de las uniones del depósito y sus accesorios son por unión soldada y que el depósito estará en constante movimiento y a la intemperie optaremos por un acero inoxidable que mantenga sus propiedades para un optimo uso.

Vamos a optar por la fabricación del depósito en un acero inoxidable austenítico como lo es el **316L**(AISI), **X2CrNiMo17-12-2**(DIN) , este acero se utiliza en piezas de alta resistencia a la corrosión localizada, tanques soldados de almacenamiento de productos químicos y productos orgánicos , equipo de las industrias químicas, farmacéuticas y petroleras. Por lo que podemos decir que este acero cumplirá las necesidades de fabricación y uso del depósito.

Según la Norma UNE_EN_10028_7_2009 las características del acero son:

La composición química :

Calidad	C	Cr	Mo	Ni
316L	≤ 0,03	16,5 - 18,5	2 - 2,5	10 - 13

Joaquín Hernández Gómez
 DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Propiedades mecánicas del acero :

Tipo de acero		Forma del producto ^b	Espesor	Límite elástico convencional al 0,2% $R_{p0,2}$	Límite elástico convencional al 1,0% $R_{p1,0}$	Resistencia a tracción R_m	Alargamiento de rotura		Energía de flexión por choque (ISO-V) KV		
							A_{80mm}^e < 3 mm espesor % min.	A^f ≥ 3 mm espesor % min.	a 20 °C		a -196 °C
Designación simbólica	Designación numérica		mm máx.	MPa min. (tr.) ^{c d}	MPa	MPa	(tr.) ^c	(tr.) ^c	(long.)	(tr.)	(tr.)
X2CrNiMo17-12-2	1.4404	C	8	240	270	530 a 680	40	40	100	60	60
		H	13,5	220	260						
		P	75	220	260	520 a 670	45	45			

En la columna “Formato del producto” aparecen tres formas:

C= banda laminada en frío ;

H= banda laminada en caliente;

P= chapa laminada en caliente;

El formato que nosotros vamos a coger es el “C”, laminado en frío, por lo que los únicos valores a tener en cuenta serán los pertenecientes a este formato.

1.4.1.3.3 Presiones:

Para nuestro producto (acetona N.º ONU 1090) el ADR nos indica las siguientes presiones :

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Tipo de cisterna	Presión máxima de servicio	Presión de prueba	Presión de cálculo
Acetona	0,2 bar	0,4 bar	0,4 bar

Según la norma **UNE EN 13094** que aborda los aspectos de diseño y cálculo , el depósito debe diseñarse para soportar las siguientes presiones:

a) La presión creada por una columna de agua igual a dos veces la profundidad de la cisterna multiplicada por la densidad relativa de la sustancia más densa que vaya a transportarse.

-Profundidad de la cisterna=1.8 metros.

-Densidad relativa acetona=0.788 g/ ml (a 25°C)

$$P = ((1,8 * 2) / 10) * 0,788 = 0,283 \text{ Kg/cm}^2$$

b) La presión creada por una columna de igual a dos veces la profundidad de la cisterna.

$$P = (1,8 * 2) / 10 = 0,36 \text{ Kg/cm}^2$$

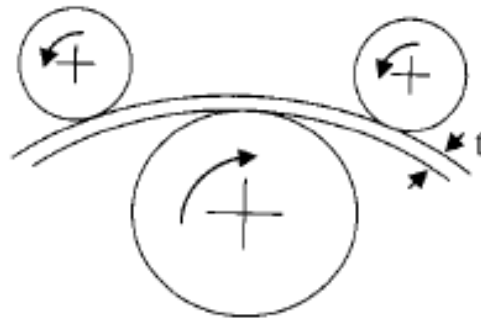
c) 1,3 veces la presión de servicio máxima.

$$P = 1,3 * 0,2 = 0,26 \text{ Kg/cm}^2$$

1.4.1.4 Estructura y elementos del depósito.

1.4.1.4.1 Elementos estructurales.

La estructura del depósito estará compuesta por 6 virolas de 2000 mm de longitud cada una, de sección circular y soldadas entre sí, el conformado de las mismas se hará por cilindrado en frío.



El depósito se cierra por los extremos con dos tapas toriesféricas conformadas por entalla prensándolas con rodillos en frío, sus dimensiones aparecen en **1.4.1.3.1**.

Los compartimentos serán independientes y estarán separados

El depósito estará reforzado por unas costillas soldadas a lo largo de los cordones de soldadura que unen las virolas entre sí. Las costillas o pletinas serán del mismo material que las virolas y las tapas, acero inoxidable 316L.

El elemento que termina de componer el conjunto estructural son los rompeolas, cada compartimento estará dotado de un rompeolas, los rompeolas nos aportan dos funciones principales, la primera es frenar el fluido cuando esté en movimiento y la segunda, aportar rigidez al conjunto.

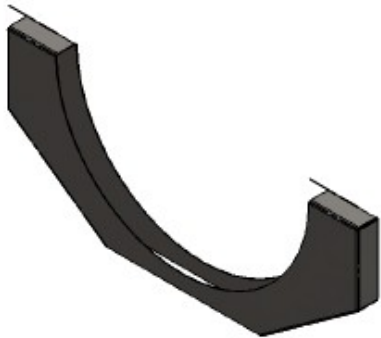
1.4.1.4.2 Protecciones.

-Contra impactos laterales:

Cuando se transportan productos químicos que presentan peligros para el medio, las protecciones son un aspecto muy importante ya que un impacto lateral puede provocar una deformación llegando incluso a una rotura y escape del producto.

La protección la proporcionan las bancadas de apoyo del depósito sobre el bastidor. Las cunas cubren la mitad inferior del perfil redondo del depósito, protegiendo de esta manera en caso de colisión lateral.

Las bancadas están fabricadas en chapa plegada por lo que en caso de impacto absorben el impacto deformándose sin afectar al depósito.



-Protección contra vuelcos.

En el apartado 6.8.2.1.28 del ADR , las cisternas con órganos y accesorios situados en la parte superior de la cisterna estarán protegidos contra daños ocasionados por un posible vuelco. Esta protección puede consistir en unos aros de refuerzo, unas capotas de protección o unos elementos , bien transversales o longitudinales, de un perfil adecuado para garantizar una protección eficaz.

Para proteger la cisterna ante estas situaciones optamos por la utilización de cuatro aros de refuerzo colocados cerca de cada una de las bocas de hombre que permiten el acceso al interior del depósito para su inspección.

Los aros sobresaldrán 25 mm por encima de los elementos de la parte superior y estarán dimensionados para soportar los esfuerzos producidos por un vuelco, proporcionando así una protección eficaz.

Las dimensiones de los aros están recogidas en el plano correspondiente.

La siguiente imagen ilustra la forma de tales protecciones.



-Protección trasera.

La protección trasera del depósito viene proporcionada por un parachoques que consiste en dos barras de acero de una anchura de 2480 mm.

Las dos barras tienen la misma función que es la de evitar en caso de colisión, el empotramiento y posibles daños sobre el conjunto estructural del depósito.

La siguiente imagen ilustra el parachoques trasero:



-Cubetas de derrame.

Las cisternas que transportan líquidos como es nuestro caso tienen que tener las bocas de hombre en el interior de una cubeta, ya sean cubetas independientes para cada boca de hombre o una cubeta que las englobe a todas. La función de las cubetas es la de recoger el producto que pueda salir durante la carga.

Las cubetas de derrame tienen las siguientes características:

- Tendrán la altura del elemento mas alto del equipo auxiliar más 30 mm.
- Enterrarán todos los componentes del equipo auxiliar completamente con un espacio lateral mínimo de 30 mm entre la cubeta de derrame y el equipo a proteger.
- El borde superior de la cubeta de derrame debe doblarse hacia el interior en ángulo recto dos veces a no menos de 30 mm (horizontalmente) y 20 mm (verticalmente hacia abajo).
- La anchura no excederá los 900 mm y la longitud los 1500 mm.
- El espesor de sus paredes será de 3 mm del mismo acero que el resto de la cisterna.

Optamos por una cubeta general que cubra todas las bocas de hombre como se muestra en la siguiente imagen:



1.4.2 Equipos de servicio.

1.4.2.1 Memoria.Generalidades:

Para la fabricación de los equipos de servicio y de la estructura se podrán emplear materiales no metálicos adecuados.

Los equipos se dispondrán de modo que estén protegidos del riesgo de ser arrancados o de avería durante el transporte o durante la manipulación. Ofrecerán unas garantías de seguridad adaptada y semejante a las de los depósitos propiamente dichos, en especial:

- Serán compatibles con las mercancías transportadas,
- cumplirán las disposiciones del 6.8.2.1.1.

La máxima cantidad de órganos se agrupará en un mínimo de orificios en la pared del depósito. El equipo de servicio incluyendo la tapa de las aberturas de inspección , conservará su estanqueidad incluso en caso de vuelco de la cisterna, a pesar de los esfuerzos , en especial las aceleraciones y la presión dinámica del contenido , originados por un choque . Sin embargo, se admitirá un ligero escape del contenido, debido a una punta de presión en el momento del choque.

Las juntas de estanqueidad estarán constituidas por un material compatible con la materia transportada y se sustituirán desde el momento en que su eficacia no ofrezca garantía , por ejemplo, a causa de envejecimiento.

Las juntas que garanticen la estanquidad de los órganos que tengan que maniobrase para los trabajos normales de la cisterna , se diseñarán y dispondrán de modo que la operación del dispositivo en cuya composición intervienen, no ocasione su deterioro.

Tanto el depósito como cada uno de sus compartimentos estarán provistos de una abertura lo bastante amplia para permitir su inspección.

1.4.2.2 Bocas de hombre:

Las bocas de hombre son unas aberturas que permiten el acceso de una persona al interior del depósito para la inspección o reparación. Habrá una boca de hombre por cada uno de los depósitos independientes, en nuestro caso habrá 4 bocas de hombre instaladas en la parte superior.

Se instalarán las bocas de hombre de la marca EQUIPTANK de un DN=500mm, con las correspondientes certificaciones UNE-EN 13314 Y UNE-EN 13317.

Las bocas de hombre tendrán los siguientes elementos:

- Válvula de cinco efectos: antivuelco, malla parallamas, depresión en descarga, sobrepresión en carga y sobrepresión por calentamiento interior.

-Termistor: válvula electrónica de medición de cantidad de producto en el compartimento. A su vez, mediante un sistema de conexión eléctrica a la central de carga (Scully), detiene el paso de producto en caso de que alcance el máximo establecido (en nuestro caso 94%).

-Válvula de recuperación de gases (con cierre neumático interno).

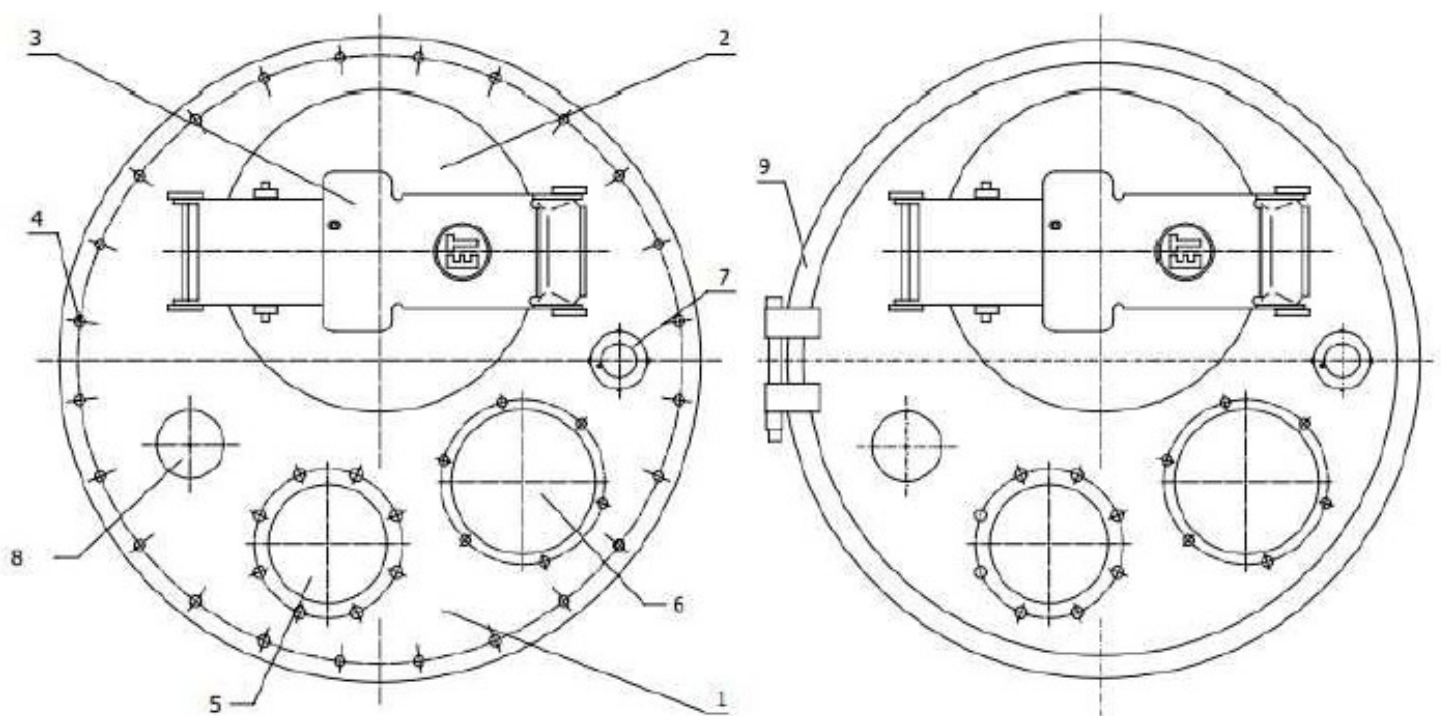
-Tapín manual-boca de hombre (para verificar visualmente la carga, ...)

En caso de necesitáramos extraer el producto estando la cisterna volcada lateralmente, nos permitirá hacer una apertura más controlada.

-Tapa para control manual de carga (mediante varilla) una apertura más que podríamos utilizar para extraer el producto en caso de vuelco.

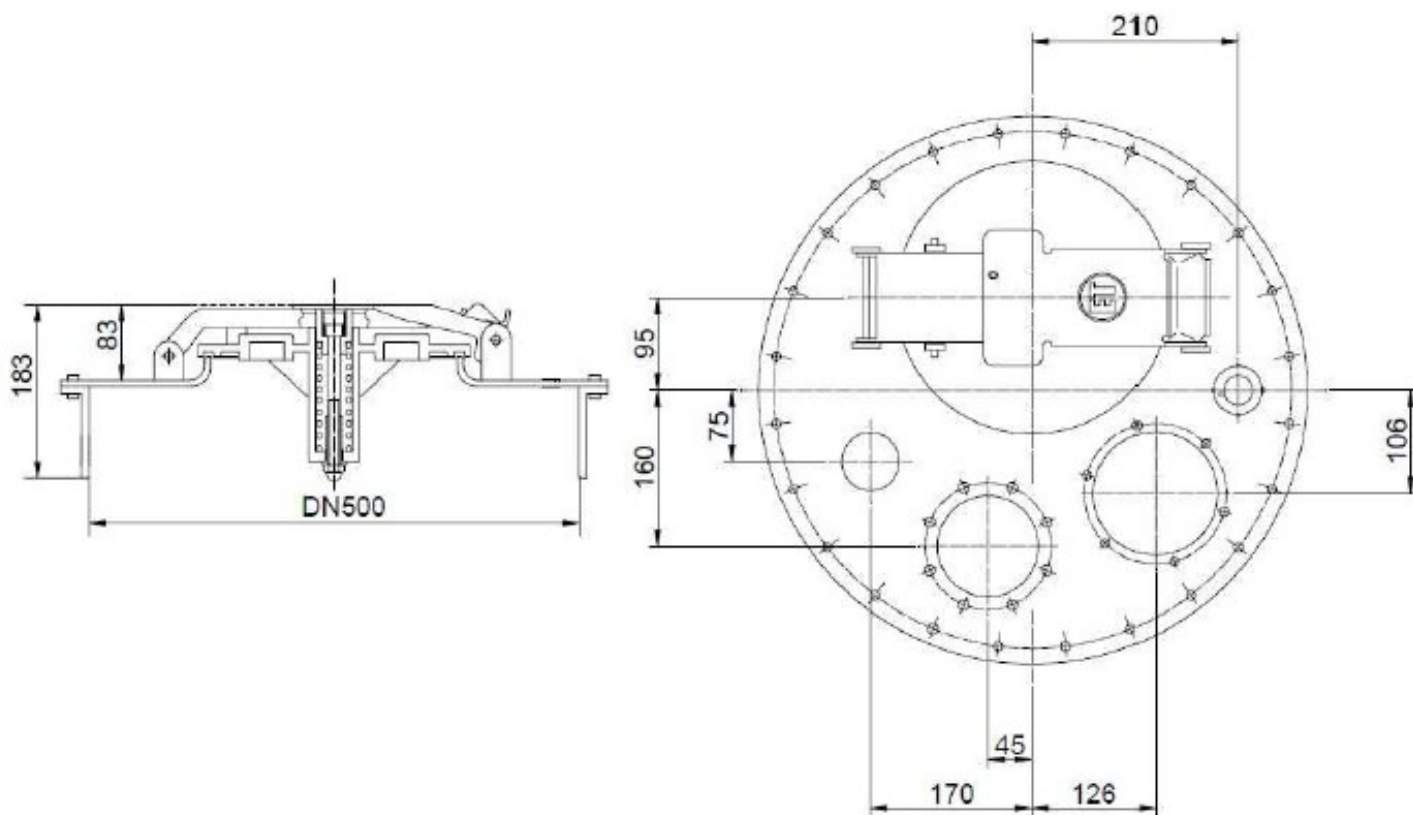
Los datos técnicos proporcionados por el fabricante son los siguientes:

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS



DESCRIPCION:

1. Tapa paso de hombre.
2. Tapón 10" PAF de aluminio tratado y anodizado.
3. Cierre rápido.
4. 24 tornillos de M8.
5. Alojamiento válvula de recuperación de vapores.
6. Alojamiento válvula de seguridad 5 efectos gran caudal.
7. Tapón descompresión (alojamiento guía calibre).
8. Alojamiento termistor.



1.4.2.3 Sistemas de carga y descarga.

Todas las aberturas situadas en la parte inferior y que sirven para el llenado o vaciado de las cisternas que tengan por código la letra B en la tercera parte de su identificación de tipo, estarán equipadas, como mínimo, con tres cierres montados en serie e independientes entre sí, y que constarán de:

- Un obturador interno, es decir, un obturador montado en el interior del depósito o en una brida soldada o su contrabrida.
- un obturador externo situado en el extremo de cada tubo y
- un dispositivo de cierre, en el extremo de cada tubo, que podrá ser un tapón roscado, una brida ciega o un dispositivo equivalente. Este dispositivo de cierre deberá ser lo suficientemente estanco para que no haya fuga del contenido. Deberán tomarse medidas para que ninguna presión subsista en

el tubo antes que el dispositivo de cierre este completamente quitado.

El obturador interno se podrá manejar desde arriba o desde abajo. En ambos casos, su posición -abierto o cerrado- podrá verificarse desde el suelo, en la medida de lo posible. Los dispositivos de mando se diseñarán de modo que no sea posible una apertura intempestiva, a causa de un choque o por una acción no intencionada.

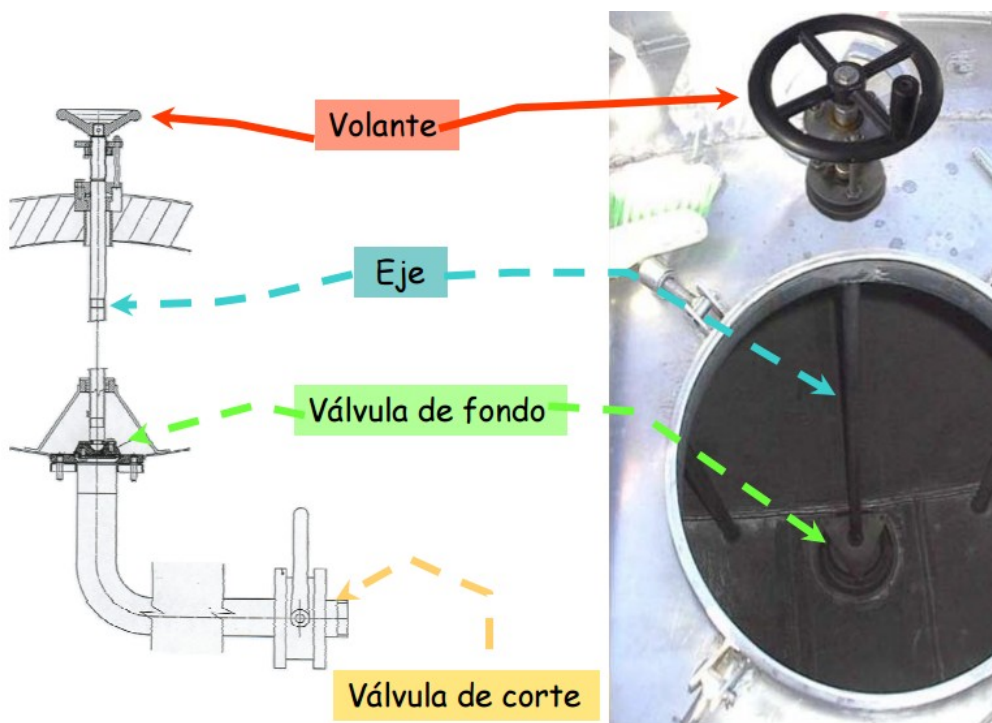
Las tuberías se diseñarán, fabricarán e instalarán de forma que se evite cualquier riesgo de daños debidos a la dilatación y a la contracción térmica, choques mecánicos o vibraciones.

1.4.2.3.1 Cierres, válvulas y grifos.

La carga y descarga del producto se realizará con cuatro dispositivos montados en serie, los cuales tres de ellos servirán para cumplir las tres disposiciones mínimas contempladas en el código ADR.

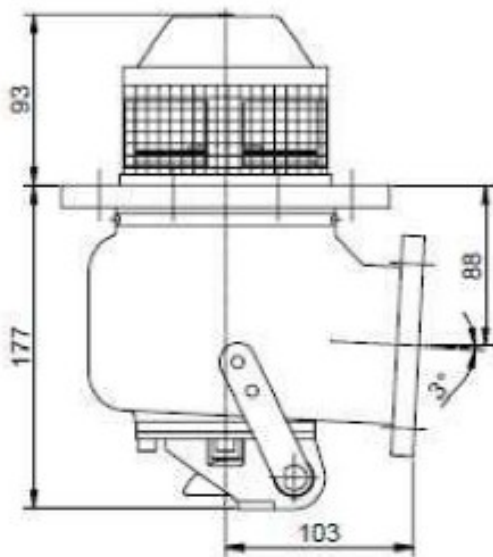
Los dispositivos son lo siguientes:

1.-Válvula de fondo: La válvula estará en el fondo interior de la cisterna, su accionamiento se hará mediante un volante exterior y manual situado en la parte superior del depósito.



La válvula de fondo que vamos a utilizar en el depósito es de la marca EQUIPTANK de 3", llevará sus respectivas bridas que aseguran su estanqueidad .

Las características de la válvula son las siguientes:



CARACTERISTICAS:

- Cumple la normativa A.D.R.
- Accionamiento mecánico.
- Presión de prueba del cuerpo 750 kPa.

MATERIALES:

- Cuerpo y componentes de aleación ligera de aluminio tratados.
- Ejes y muelle de acero inoxidable.
- Juntas dinámicas de fluorelastómero.
- Juntas estáticas de fluorelastómero.

2.-Tubería de vaciado: Esta tubería conecta la válvula de fondo con la válvula terminal de carga. Esta debe de estar vacía durante el transporte. La tubería escogida será de un DN=100 mm.

3.-Válvula terminal de carga: Es la válvula situada en el extremo de la tubería de vaciado que nos asegura que en caso de fallo de la válvula de fondo, el producto salga al exterior.

Se montarán de la marca EQUIPTANK de 3” , las características son las siguientes:

Joaquín Hernández Gómez
 DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

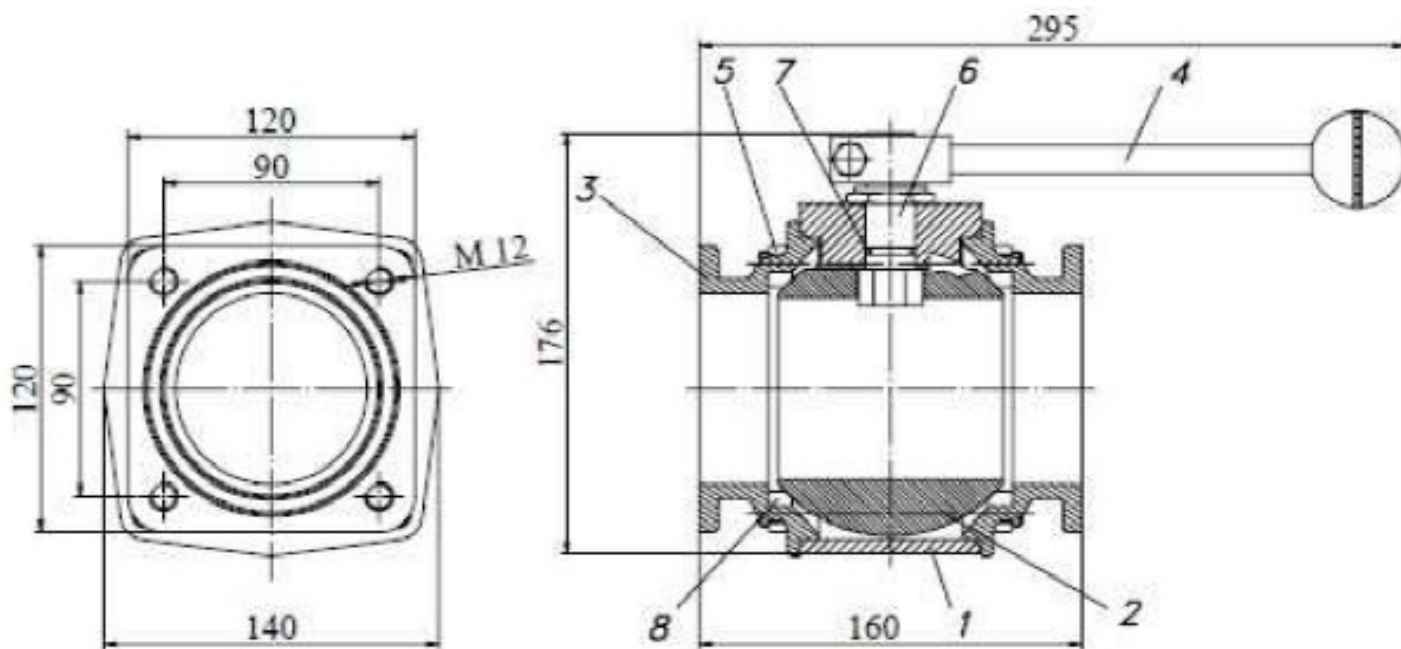


Fig	Cant	Denominación	Ref.
		KITS	
1	1	Cuerpo	230001
2	1	Esfera	230010
3	2	Salida brida 3"	230005
4	1	Kit accionamiento	230030C
5	4	Kit sujeción válvula	K2355
6	1	Kit eje accionamiento	230020C
7	3	Kit juntas eje accionamiento	KJ2320
8	2	Junta bola	230040
		Kit juntas válvula bola	KJ23BB

4.-Tapón de rosca: Es el último elemento de seguridad acoplado a la tubería de vaciado, el cual en fallo simultáneo de las dos válvulas que lo preceden evita el escape de producto al taponar el extremo de la tubería.

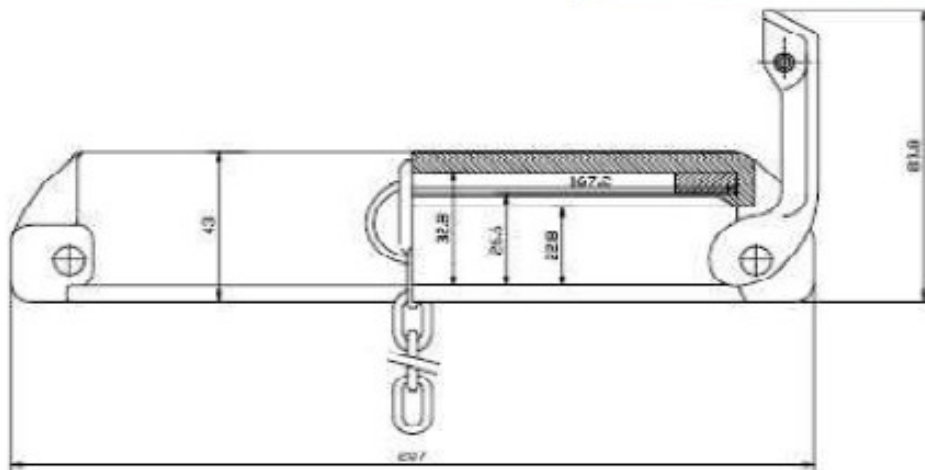
Se va a montar un tapón de la marca EQUIPTANK de 4" de las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS:

- Diseñada según Norma API-RP1004
- Peso conjunto 0,84 Kg

MATERIALES:

- Cuerpo de aleación ligera de aluminio.
- Levas de latón forjado.
- Junta estática de fluorelastomero.



1.4.2.3.2 Hermeticidad o ventilación.

La cisterna tendrá un dispositivo de aireación provisto de un dispositivo de protección contra la propagación del fuego o cisterna resistente a la presión generada por una explosión.

Las válvulas de depresión y los dispositivos de respiración utilizados en las cisternas destinadas al transporte de materias que , por su punto de

inflamación , respondan a los criterios de la clase III como es nuestro caso , deberán impedir el paso inmediato de una llama al depósito usando un dispositivo de protección adecuado, o bien el depósito de la cisterna deberá ser capaz de soportar sin fugas , una explosión derivada del paso de una llama.

Si el dispositivo de protección consiste en un cortallamas o apagallamas adecuado , se situará lo más cerca posible del depósito o el compartimento del depósito . Para las cisternas de compartimentos múltiples, cada compartimento estará protegido por separado.

Las características de las bocas de hombre protegen al depósito en caso de ruptura, anulación de la división o explosión, dada la acumulación de presión interna en situaciones naturales o catastróficas.

El dispositivo de aireación será proporcionado por las válvulas de cinco efectos que tienen las bocas de hombre.

Las boca de hombre evitará que los gases de producto se escapen durante las cargas y descargas, un factor que hay que muy en cuenta ya que como se explica en la ficha técnica de la acetona: Una sobreexposición a vapores del producto, o la absorción percutánea de cantidades significantes, así como, la ingestión del producto, tienen un efecto tóxico sobre el Sistema Nervioso Central "Narcosis", caracterizado por dolor de cabeza, vértigo, náuseas, pérdida de la coordinación.

-Durante la descarga del producto a un depósito externo al de la cisterna, los gases producidos por el movimiento del fluido retornan a la cisterna a través del colector de la boca de hombre, así en un ciclo cerrado se evita la emisión de los gases tóxicos.

-En la carga , el colector de gases se conecta a la fase de gas del depósito nodriza , y conforme se llena el depósito de producto, los gases que había dentro retornan al depósito nodriza, quedando la cisterna con la carga de producto y unas emisiones nulas al exterior.

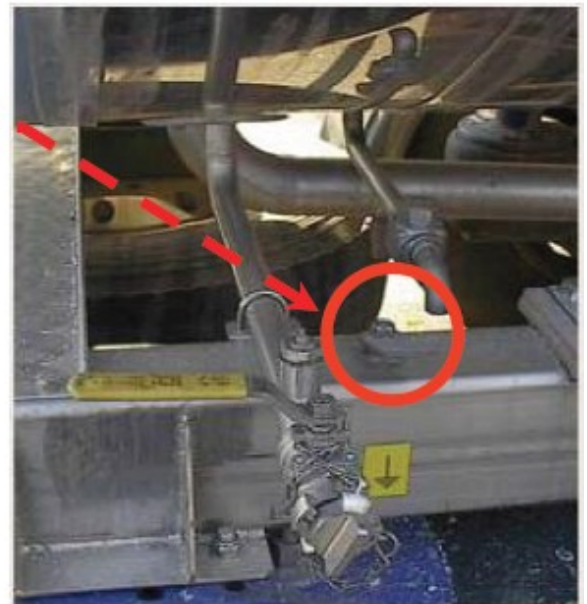
1.4.2.4 Conexiones de seguridad equipotencial.

La cisterna al estar destinada al transporte de un líquido inflamable La electricidad estática puede acumularse y crear un riesgo de incendio por lo tanto, los equipos deben estar conectados a tierra.

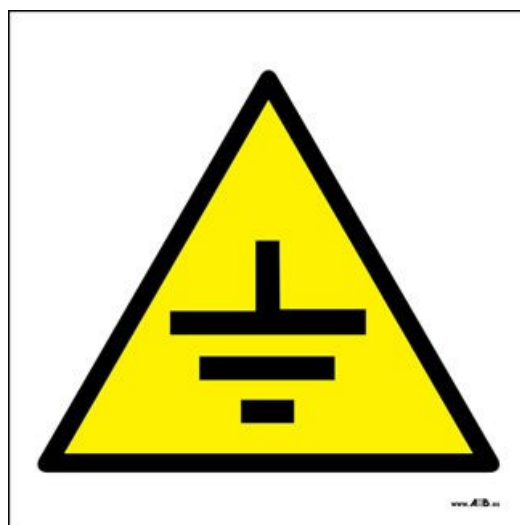
La indicación que nos da el código ADR es que se conectarán al chasis del vehículo, al menos , por medio de una buena conexión eléctrica. Se evitará cualquier contacto metálico que pueda originar corrosión electroquímica. Las cisternas irán provistas, como mínimo, de una tomatierra que irá claramente señalizada con su símbolo correspondiente, apto para recibir un cable de conexión eléctrica.

La conductividad que existe entre el depósito y el semirremolque es total ya que la unión se realiza por unas bancadas soldadas que aseguran la conductividad.

El elemento que nos permitirá la conexión de la cisterna al punto de toma tierra será una pletina soldada al semirremolque, en el cual se conectará el cable de la estación toma tierra que debe de haber en los lugares de carga y descarga. En el caso de ausencia de dicha red hay que conectar un cable(que estando en contacto con la pletina de descarga de la cisterna) a una piqueta clavada en el suelo.



La toma a tierra ira señalizada con el siguiente cartel:



El cartel irá situado en un lateral a la pletina de toma tierra, para su rápida identificación.

1.4.2.5 Componentes auxiliares.

-Detectores de nivel: este componente complementa al termistor de la boca de hombre en caso de fallo, se utiliza una varilla calibrada que se introduce en un agujero específico que tienen las bocas de hombre.

-Manómetro: cada tubo de descarga estará dotado de un manómetro para

la comprobación de la presión de descarga y así poder detectar posibles anomalías en las aperturas de las válvulas de seguridad.

1.4.3 Vehículo.conformidad.

El código ADR define nuestro vehículo como tipo AT:

- Un vehículo distinto de un vehículo EX/III, FL u OX, destinado al transporte de mercancías peligrosas en cisternas fijas o desmontables con capacidad superior a 1 m^3 o en contenedores cisterna, en cisternas portátiles o CGEM con capacidad individual superior a 3 m^3 ;
- Un vehículo batería con capacidad superior a 1 m^3 y que no sea un vehículo FL

La conformidad de los vehículos AT, con las disposiciones del capítulo 9.1 del ADR 2013, se deberá acreditar con un certificado de aprobación expedido por la autoridad competente del país de matriculación para cada vehículo cuya inspección sea satisfactoria. Estará redactado en la lengua, o lenguas del país expedidor y, además, si esta lengua no fuera el inglés, el francés o el alemán, en inglés, francés o alemán, a manos que los acuerdos concertados entre los países interesados en el transporte no dispongan otra cosa.

Todo certificado de aprobación expedido por las autoridades competentes de una parte contratante para un vehículo matriculado en el territorio de este estado miembro será aceptado durante su periodo de validez por las autoridades competentes del resto de las partes contratantes.

La validez de los certificados de aprobación expirará, lo más tarde, un año después de la fecha de la revisión técnica previa a la expedición del certificado. El periodo de validez siguiente dependerá, sin embargo, de la última fecha de expiración nominal, si la revisión técnica se efectúa en el mes precedente o en el mes posterior a tal fecha. Esta disposición no evitaría, no obstante, en el caso de las cisternas sujetas a la obligación de controles periódicos, tener por efecto

exigir las pruebas de estanqueidad, las pruebas de presión hidráulica o los exámenes interiores de las cisternas a intervalos más cortos a aquellos previstos en los capítulos 6.8 y 6.9 del ADR 2013.

El certificado de aprobación deberá ajustarse al modelo indicado según el apartado

9.1.3.5 del ADR y que quedará recogido en el ANEXO “conformidad del vehículo”

1.5 Marcado.

La cisterna llevará una placa metálica resistente a la corrosión, fijada de modo permanente sobre la cisterna, en un lugar de fácil acceso para su inspección. En esta placa se mostrarán, por estampado o cualquier otro método semejante, como mínimo, los datos que se relacionan a continuación. Se admitirá que estos datos se graben directamente en las paredes del depósito propiamente dicho, con la condición de que estas se refuercen de modo que no se comprometa la resistencia del depósito:

- -Número de aprobación.
- -Designación o marca del fabricante.
- -Número de serie de fabricación.
- -Año de fabricación.
- -Presión de prueba (presión manométrica).
- -Capacidad del depósito- para los depósitos de varios compartimentos, la capacidad de cada elemento -, seguido del símbolo "S" cuando los depósitos o los compartimentos de más de 7.500 litros estén divididos mediante rompeolas en secciones con una capacidad no superior a 7.500 litros.
- -Temperatura de cálculo (solamente si es superior a +50° C o inferior a -20° C).

- -Fecha y tipo de la última prueba sufrida “mes, año” seguido de una “P” cuando esta prueba es la prueba inicial o una prueba periódica según 6.8.2.4.1 y 6.8.2.4.2, o “mes, año” seguido por una “L” cuando esta prueba es una prueba de estanqueidad intermedia según el 6.8.2.4.3
- -Cuño del perito que ha realizado las pruebas.
- -Material del depósito y referencia a las normas de los materiales, si fueran disponibles, y, en su caso, del revestimiento de protección.
- -Presión de prueba del conjunto del depósito y presión de prueba por compartimentos en MPa o bar (presión manométrica), si la presión por compartimentos fuera inferior a la presión para el depósito.
- -La presión máxima de servicio autorizada.
- -Sobre el vehículo cisterna propiamente dicho o sobre una placa², se inscribirán los siguientes datos:
 - -Nombre del propietario o del explotador.
 - -Masa en vacío del vehículo cisterna.
 - -Código-cisterna según apartado 4.3.4.1.1 del ADR 2013.

Así mismo, el vehículo deberá disponer en todo momento de las identificaciones, marcado, etiqueta y rotulaciones correspondientes a las mercancías peligrosas que transporte según indicaciones del ADR 2013.

1.6 Equipamiento de la cisterna.

El semirremolque de tres ejes que portará la cisterna será de la marca “SICAL ingeniería para el transporte “. El semirremolque contará con todos los requisitos exigidos por el ADR y normativa vigente respecto a los vehículos de tipo AT .

Las características proporcionadas por el fabricante son las siguientes:

ESPECIFICACIONES Y CARACTERÍSTICAS.

EQUIPAMIENTO ESTANDAR:

BASTIDOR:

Acero, vigas forma "I" soldadas por ambos lados.
King-pin de 2" desmontable.
Pies de apoyo telescópicos de dos velocidades.
Travesaños para piso de 30 mm.
Paragolpes trasero integrado.

EJES:

Frenos tambor:

BPW Eco-Plus (420x200)

Frenos discos:

BPW Eco-Plus (430x45)

Mercedes (430x45)

ROR (430x45)

Saf Intradisk (430x45)

SUSPENSION:

Neumática estandar del mismo fabricante de los ejes.
Apoyos independientes.
Válvula control altura.

NEUMÁTICOS:

Dimensiones: ver altura 5ª rueda.
Cantidad: 7.
Llantas: acero.

INSTALACIÓN DE FRENOS:

Doble circuito según directiva CEE.
Cabezas acoplamiento ISO 1728.
ABS a un eje alimentado por conector ISO 7638 o luz de freno.
Freno de estacionamiento mediante actuadores a 2 ejes.

INSTALACIÓN ELECTRICA:

Blindada para revisión ADR.
Luces traseras de 7 servicios con antiniebla y marcha atrás.
Luces de galibo delanteras y traseras.
Luces laterales.

ACCESORIOS:

Aletas independientes a cada rueda con faldillas antiproyecciones.
Soporte rueda repuesto.
Calzos.
Llave rueda.
Soporte matriculas y placas vehiculo largo.
Cerramientos traseros en acero inoxidable.
Conexiones delanteras elevadas.

Además de todos esos elementos la cisterna deberá llevar un limitador de velocidad como exige el ADR 2013.

Los vehículos a motor portadores con una masa máxima superior a 3,5 toneladas deberán ir equipados con un dispositivo limitador de velocidad conforme a las disposiciones técnicas de tal manera que la velocidad no pueda exceder de 90 Km/h teniendo en cuenta la tolerancia técnica del producto.

1.6.2 Equipamiento eléctrico.

Las instalaciones se deberán calcular por exceso para evitar recalentamientos. Deberán estar aisladas convenientemente. Todos los circuitos estarán protegidos por medio de fusibles o por disyuntores automáticos, exceptuando los siguientes circuitos:

- Desde la batería hasta el sistema de arranque en frío y de parada del motor.
- Desde la batería al alternador.
- Desde el alternador a la caja de fusibles o de disyuntores.
- Desde la batería al motor de motor.
- Desde la batería hasta el cajetín de mando de fuerza del sistema de frenado de resistencia, si éste fuera eléctrico o electromagnético.
- Desde la batería hasta el mecanismo de elevación del eje del bogie.

Las canalizaciones eléctricas deberán estar sólidamente fijadas y colocadas de tal modo que las instalaciones queden protegidas convenientemente contra las agresiones mecánicas y térmicas.

1.6.3 Señalización y alumbrado.

Tanto el vehículo de transporte como las materias transportadas estará perfectamente señalizada de forma que las mismas y sus peligros puedan ser fácilmente identificables.

1.6.3.1 paneles naranjas.

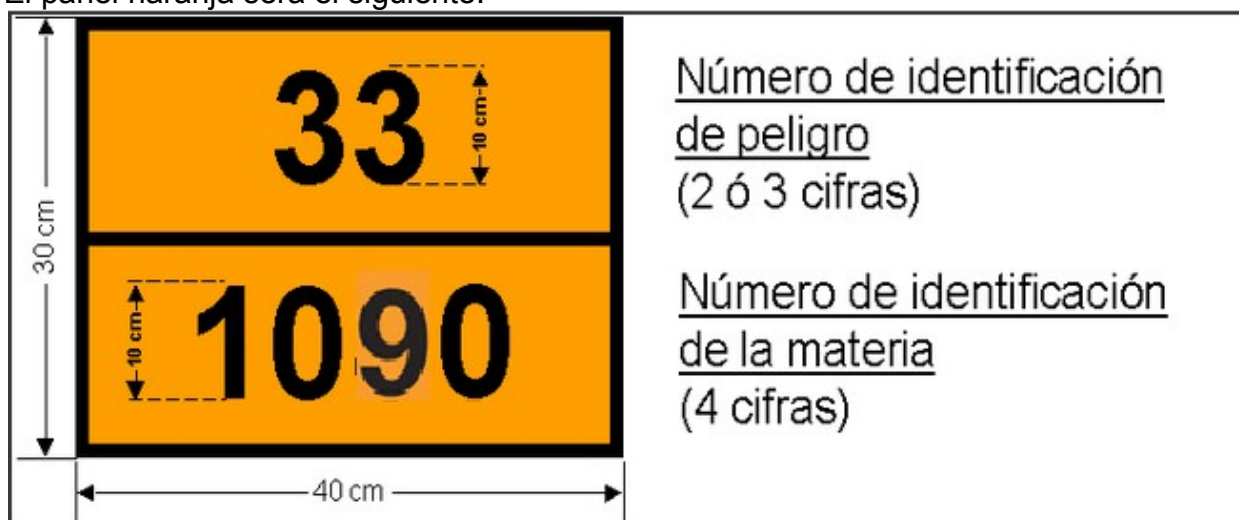
1.6.3.1.1 características del panel y significado.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Los paneles naranjas serán retroreflectantes, el material utilizado debe ser resistente a la intemperie y garantizar una señalización duradera, el panel no deberá separarse de su fijación después de un incendio de una duración de 15 minutos.

Los paneles deberán tener una base de 40 cm y una altura de 30 cm llevando un ribete negro de 15 mm de anchura.

El panel naranja será el siguiente:



-El número de identificación de peligro es 33, que significa que es una materia líquida muy inflamable (punto de inflamación inferior a 21°C).

-El número de identificación de la materia es 1090 correspondiente a nuestra materia de transporte la acetona.

1.6.3.1.2 colocación de los paneles.

Los paneles deben de estar colocados en la parte delantera y trasera del vehículo,

-Delante, en la cabeza del camión.

-Atrás, en la parte posterior del depósito.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS



1.6.3.2 Placas-etiquetas.

1.6.3.2.1 características de las placas-etiquetas y significado.

-Las etiquetas tendrán unas dimensiones mínimas de 250x250 mm, con una línea de 12,5 mm, por dentro del borde y paralela a este.

-corresponder la etiqueta para la mercancía peligrosa en cuestión en lo que se refiere al color y al símbolo.



-Llevar el número de al menos 25 mm de altura.

La etiqueta a llevar será:

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

La etiqueta lleva grabado el número tres en su esquina inferior , que significa que la materia a transportar es un líquido inflamable.

1.6.3.2 colocación de las placas-etiquetas.

El vehículo llevará tres etiquetas , una a cada lado de la cisterna y otra en la parte trasera.



1.6.3.3 Placa de gran longitud.

Los vehículos y conjuntos de vehículos cuya longitud rebase los 12 metros deberán llevar, en su parte posterior y centrada con respecto al eje del vehículo, la señal consistente en una placa de 130 centímetros de longitud y 25 cm de altura con el fondo de color amarillo reflectante y borde rojo fluorescente de 4 cm.



2. Cálculos justificativos

2.1 Determinación de esfuerzos y espesor de fondos, paredes, cierres y aberturas, en condiciones de ensayo.

2.1.1 Espesor y esfuerzo en paredes.

El espesor del depósito no será menor que el mayor de los valores calculados por las siguientes fórmulas:

$$e = \frac{P_{ep} D}{2\sigma\lambda}$$

$$e = \frac{P_{cal} D}{2\sigma}$$

e = espesor mínimo del depósito en mm

P_{ep} = presión de prueba en MPa

P_{cal} = presión de cálculo en Mpa, tal como se define en el 6.8.2.1.14 del ADR

D = diámetro interior del depósito, en mm

σ = tensión admisible definida en 6.8.2.1.16 del ADR, en N/mm²

λ = coeficiente menor o igual que 1, teniendo en cuenta el posible debilitamiento debido a las juntas soldadas, y vinculado a los métodos de control definidos en el 6.8.2.1.23

-Presiones: $P_{ep} = P_{cal} = 0,4 \text{ Bar} = 0,04 \text{ Mpa}$

-Diámetro interior: $D = 1790 \text{ mm}$

-Tensión admisible: La tensión σ a la presión de prueba será inferior al menor de los valores obtenidos de las fórmulas siguientes

$$\sigma \leq 0,75 \text{ Re} \quad \text{ó} \quad \sigma \leq 0,5 \text{ Rm}$$

Joaquín Hernández Gómez
 DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

donde:

Re= límite de elasticidad aparente para los aceros con un límite de elasticidad aparente definido; o límite de elasticidad garantizado con un 0,2% de alargamiento , para los aceros sin límite de elasticidad aparente definido (1% para los aceros austeníticos).

Rm= resistencia a la rotura por tracción.

$$R_m = 530-680 \text{ N/mm}^2 \text{ (tomaremos el menor para los cálculos)}$$

$$R_e = 240 \text{ N/mm}^2$$

Tabla A.7 Esfuerzos máximos

Casilla nº		unidades	Esfuerzos máximos
1	$0,5 \cdot R_m$	N/mm ²	265
2	$0,75 \cdot R_e$	N/mm ²	180
3	$0,5 \cdot R_{mt}$	N/mm ²	270
4	$0,75 \cdot R_{et}$	N/mm ²	187,5
5	$R_e / 1,5$	N/mm ²	160
6	$R_{et} / 1,5$	N/mm ²	166,667
7	Valor seleccionado σ en las condiciones de ensayo	N/mm ²	180 (el menor de las casillas 1 y 2)
8	Valor seleccionado σ en las condiciones de servicio	N/mm ²	180 (el menor de las 4 primeras casillas)
9	Valor seleccionado σ en las condiciones de servicio para los contenedores cisterna	N/mm ²	160 (el menor de todos los valores calculados)
10	E a t ^a ambiente	N/mm ²	200.000

Sustituyendo valores obtenemos los siguientes espesores:

$$e = \frac{0,04 \times 1790}{2 \times 180 \times 0,8} = 0,2486 \quad e = \frac{0,04 \times 1790}{2 \times 180} = 0,1988$$

Los depósitos , exceptuando los contemplados en el 6.8.2.1.21 , con sección circular y diámetro igual a o menos que 1,8 m , tendrán un espesor mínimo de 5 mm, si están contruidos de acero suave o un espesor equivalente si están hechos de otro metal.

Viendo los espesores obtenidos según fórmulas y la indicación del ADR decimos que el espesor de las virolas paredes y tapas es de 5 mm.

A continuación calculamos el esfuerzo que van a soportar las paredes debido a la presión de ensayo siguiendo las indicaciones de cálculo de la norma UNE 13094:209 :

$$\sigma = \frac{Pe * D}{2Ev * \lambda} = \frac{0,04 * 1790}{2 * 5 * 1} = 7,16 \text{ N/mm}^2$$

verificamos el esfuerzo :

$$\sigma_{calculado} = 7,16 \text{ N/mm}^2 \leq 180 \text{ N/mm}^2$$

El esfuerzo no supera el valor máximo permitido en las condiciones de ensayo, por lo tanto

las paredes aguantarán y el espesor es correcto.

2.1.2 Esfuerzo y espesor en fondos.

El espesor de los fondos será el mismo que el de las virolas y paredes , 5 mm .

Ahora calculamos los esfuerzos a los que van a estar sometidos los fondos o tapas de la cisterna a la presión de ensayo, tanto en la cara concava como convexa.

Los datos necesarios para el cálculo están recogidos según la norma EN 13094:2009 en la siguiente tabla:

Joaquín Hernández Gómez
 DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Tabla A.13. Datos para el cálculo para fondos abombados.

	Unidades	Fondo delantero	Fondo trasero
P_e	Mpa	0,04	0,04
R_1	mm	1800	1800
r	mm	180	180
$C=0,25(3+(R_1/r)^{-1/2})$	-	1,5405	1,5405
λ	-	1	1
E_{fv} adoptados	mm	5	5

Los esfuerzos en la cara cóncava son los siguientes :

$$\sigma = \frac{P_e * R_1 * C}{2 * \lambda * e_f} = \frac{0,04 * 1800 * 1,5405}{2 * 1 * 5} = 11,09 \text{ N/mm}^2$$

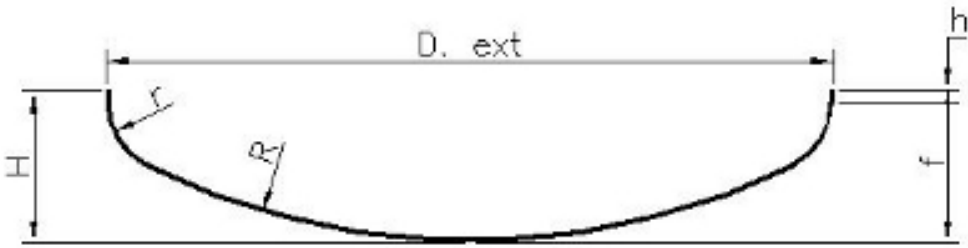
Verificamos el

esfuerzo:

$$\sigma_{calculado} = 11,09 \text{ N/mm}^2 \leq 180 \text{ N/mm}^2$$

Como el esfuerzo calculado es menor que el esfuerzo máximo permitido en las condiciones de ensayo hasta aquí todo bien.

Las dimensiones en detalle de los fondos se recogen en la siguiente imagen:

Calculadora de fondos KLOPPER		
Diametro exterior (mm)	<input style="width: 90%;" type="text" value="1800"/>	
Espesor (mm)	<input style="width: 90%;" type="text" value="5"/>	
 <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">fondo Toriesferico Tipo KLOPPER</p>		
Diametro disco (mm)	<input style="width: 90%;" type="text" value="2028"/>	<input style="width: 80%; height: 40px;" type="button" value="Calcular"/>
R (mm)	<input style="width: 90%;" type="text" value="1800"/>	
r (mm)	<input style="width: 90%;" type="text" value="180"/>	
h (mm) >=	<input style="width: 90%;" type="text" value="17.5"/>	
f (mm)	<input style="width: 90%;" type="text" value="346"/>	
H (mm)	<input style="width: 90%;" type="text" value="369"/>	
V (sin h) (litros)	<input style="width: 90%;" type="text" value="573.5"/>	
Peso (h minima) (kg)	<input style="width: 90%;" type="text" value="129"/>	

2.1.2 Aberturas.

La norma EN 13094.2008 dice lo siguiente respecto las aberturas de las bocas de hombre:

Cada cisterna y cada compartimento con una capacidad de 3.000 l o superior debe estar provista con una boca de hombre para permitir la inspección del interior. Las cisternas y los compartimentos con una capacidad inferior a 3.000 l deben estar

provistos con una abertura de inspección o con una boca de hombre.

Los diámetros de las aberturas deben ser:

- no inferiores a 100 mm y no superiores a 300 mm para las aberturas de inspección.
- no inferiores a 500 mm para las bocas de hombre circulares.

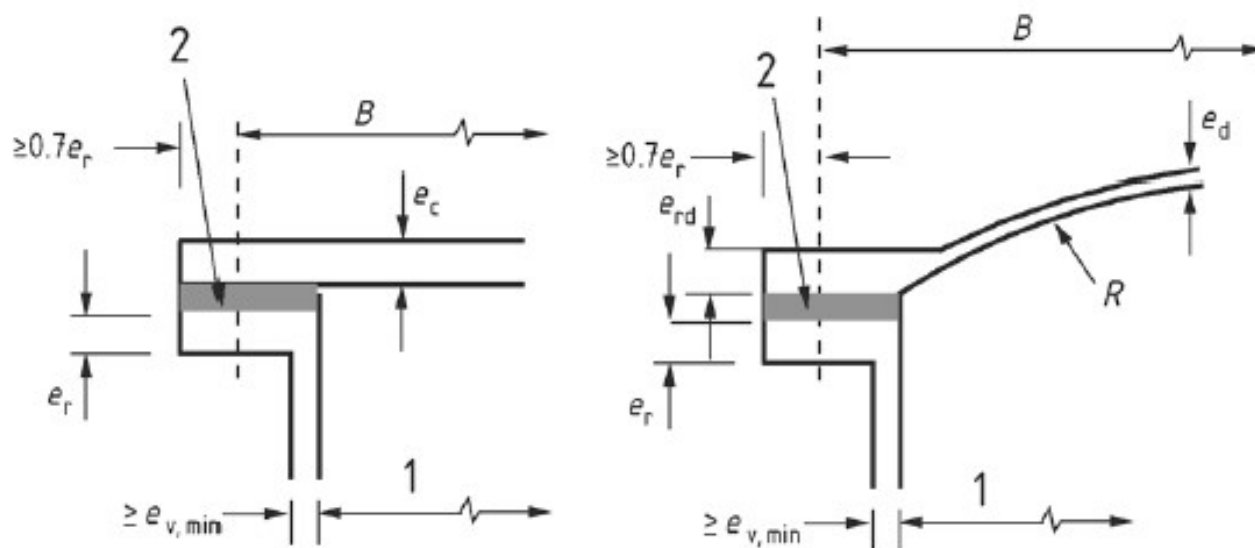
Para bocas de hombre no circulares , la dimensión no debe ser menos de 500 mm.

Las dimensiones mínimas de una boca de hombre y de las aberturas para la inspección en los recipientes revestidos deben mantenerse después de que se aplique el revestimiento.

NOTA: Es aconsejable permitir el acceso con dispositivos de rescate incluyendo equipos respiratorios autónomos.

2.1.3 Collarines y cierres.

Según la norma 13094:2008 los collarines , bridas y cierres deben ser conformes con los criterios mostrados en la figura C.1 y los requisitos especificados en la tabla C.1:



Leyenda

- 1 Promedio de los diámetros mayor y menor
- 2 Únicamente junta de cara completa
- B Diámetro circular de paso

Figura C.1 – Diseño de los collarines, bridas y cierres

Joaquín Hernández Gómez
**DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS**

Tabla C.1 – Requisitos de los collarines, bridas y cierres

Parámetros	Requisitos
e_c	El espesor de un cierre plano, e_c , en milímetros (mm), no debe ser inferior a $(0,03 \times B^2 \times P_x / \sigma_c)^{0,5}$ o e_v , min, cualquiera que sea el mayor.
e_d	El espesor de un cierre abombado, e_d , en milímetros (mm), no debe ser inferior a $((P_x \times R) / (20 \times \sigma_c))$ o e_v , min, cualquiera que sea el mayor.
e_r	El espesor de una brida, e_r , en milímetros (mm), no debe ser inferior a $(0,0445 \times B^2 \times P_x / \sigma_c)^{0,5}$ o e_v , min, cualquiera que sea el mayor.
e_{rd}	El espesor de una brida de cierre abombada, e_{rd} , en milímetros (mm), no debe ser inferior a $(0,083 \times P_x \times R / \sigma_c)$ o el valor de e_c calculado, cualquiera que sea el mayor.
S_B	El área total de tracción, S_B , en milímetros cuadrados (mm^2), de todos los pernos del diámetro circular de paso B no debe ser inferior a $(N \times B^2 \times P_x \times 10^{-4})$ donde $N = 8$.

2.2 Esfuerzos dinámicos.

Según el código del ADR y la norma EN 13094:2008 el depósito, sus sujeciones, y equipos de servicio y de estructura se diseñarán para resistir, sin pérdidas de contenido (exceptuando el gas que se escape por las eventuales aberturas para desgasificación) las sollicitaciones estáticas y dinámicas, en condiciones normales de transporte siguientes:

1. - en el sentido de la marcha, dos veces el peso total,
2. - en el sentido transversal al de la marcha, una vez el peso total,
3. - en sentido vertical, de abajo a arriba una vez el peso total,
4. - en sentido vertical, de arriba a abajo, dos veces el peso total.

2.2.1 Esfuerzos en condiciones normales de transporte.

2.2.1.1 Esfuerzos debidos a flexión.

a) El primer paso según la norma es el cálculo de la posición del momento de flexión máximo:

$$x = \frac{Fr^2 * Lt}{M} = \frac{173.556 * 12.500}{371.835,356} = 5.834,437 \text{ mm}$$

b) Ahora calculamos el valor del momento de flexión máximo (B_m):

$$B_{m\acute{a}x} = Fr^2 * (x - Lb) - \frac{M * x^2}{2 * Lt}$$

$$B_{m\acute{a}x} = 173.556,13 (5.834,4 - 4.200) - \frac{371.835,3 * 5.834^2}{2 * 12.500}$$

$$B_{m\acute{a}x} = 222.634.343 \text{ N/mm}$$

c) Área transversal interna de la pared del depósito en el punto en el que se produce el momento de flexión máximo.

$$St = \Pi * R^2 = 2.516.494,255 \text{ mm}^2$$

d) Espesor de la pared del depósito:

$$e_v = 5 \text{ mm}$$

e) Módulo de sección mínimo de la sección transversal de la pared del depósito sobre el eje neutro horizontal en el que se produce el momento de flexión máximo:

$$Z_t = \frac{\Pi * (D_{ext}^4 - D_{int}^4)}{32 * D_{ext}}$$

$$Z_t = \frac{\Pi * (1800^4 - 1790^4)}{32 * 1800} = 12.617.813,65 \text{ mm}^3$$

f) Esfuerzo de flexión :

$$\sigma = \frac{B_{m\acute{a}x}}{Z_t} = \frac{222.634.343,00}{12.617.813,65} = 17,644 \text{ N/mm}^2$$

2.2.1.2 Esfuerzos debidos a tracción.

Ahora calculamos la resistencia a la tracción debida a la presión durante el transporte.

a) Fuerza

$$T_1 = P_m \times S_t = 0,04 \times 2.516.494,255 = 100.659,7702 \text{ N}$$

b) Longitud del perímetro de la pared de la envolvente en la sección transversal correspondiente al punto en el que se produce el momento de flexión máximo

$$l = 2 \times \pi \times R_{int} + L = \pi \times 1790 + 13.537,264 = 19.160,450 \text{ mm}$$

c) Esfuerzo bajo esta fuerza.

$$\sigma_{tracción} = \frac{T_1}{l * ev} = \frac{100.659,7702}{19.160,45 * 5} = 1,0507 \text{ N/mm}^2$$

El siguiente paso que nos marca la norma es el cálculo de la resistencia de tracción debida a la presión estática.

a) Fuerza:

$$T_2 = P_{ta1} \times S_t = 0,011 \times 2.516.494,255 = 27.681,434 \text{ N}$$

b) Esfuerzo producido por la fuerza:

$$\sigma_{ta} = \frac{T_2}{l * ev} = \frac{27.681,434}{19.160,450 * 5} = 0,2889 \text{ N/mm}^2$$

2.2.1.3 Esfuerzos combinados.

Ahora que tenemos los esfuerzos por separado en condiciones normales de transporte, calculamos el esfuerzo combinado que producen:

$$\sigma_1 = \frac{\sigma_x + \sigma_{tr} + \sigma_{ta}}{\lambda} = \frac{17,644 + 1,0507 + 0,2829}{1} = 18,9836 \text{ N/mm}^2$$

Una vez obtenido el esfuerzo combinado lo comparamos con el esfuerzo máximo permitido:

$$\sigma_1 \leq \sigma_{\text{máx permitido}} \rightarrow 18,9836 \leq 180 \text{ N/mm}^2$$

2.2.2 Esfuerzos en condiciones dinámicas de transporte.

2.2.2.1 Esfuerzo combinado en condiciones de presión durante el transporte, con presión estática y 2g vertical.

En estas condiciones dinámicas de transporte vamos a usar un coeficiente $\lambda=0,8$ de debilitamiento de la soldadura para comprobar en condiciones menos optimas que todas las uniones resisten con un gran margen los esfuerzos impuestos.

$$\sigma_2 = \frac{2\sigma_x + \sigma_{tr} + \sigma_{ta}}{\lambda} = \frac{2*17,644 + 1,0507 + 0,2829}{0,8} = 45,77 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_2 \leq \sigma_{\text{máx permitido}} \rightarrow 45,77 \leq 180 \text{ N/mm}^2$$

2.2.2.2 Resistencia a la tracción debida a la fuerza longitudinal del producto en la cisterna con 2g.

-Carga útil, $Q = 302.658,594 \text{ N}$

$$\sigma_t = \frac{2*Q}{l*ev} = \frac{2*302.658,594}{19.160,450*5} = 6,31 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t \leq \sigma_{\text{máx permitido}} \rightarrow 6,31 \leq 180 \text{ N/mm}^2$$

2.2.2.3 Esfuerzo combinado en condiciones de presión durante el transporte , con 1g vertical y 2g longitudinal.

$$\sigma_3 = \frac{2\sigma_{tr} + \sigma_x + \sigma_t}{\lambda} = \frac{2 * 1,0507 + 17,644 + 0,2829}{0,8} = 25,0353 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_3 \leq \sigma_{\text{máx permitido}} \rightarrow 25,0353 \leq 180 \text{ N/mm}^2$$

2.3 . Cálculo de la estabilidad de la cisterna.

Nuestro vehículo estará permanentemente en la carretera cumpliendo su única función que es la de transportar y distribuir acetona líquida o cualquier químico en estado líquido que por su naturaleza y compatibilidad pueda transportarse en alguno de los compartimentos.

Por eso haremos un pequeño estudio de estabilidad del vehículo, ya que las curvas y cambios de rasante son elementos de trazado de la carretera que presentan una mayor problemática desde el punto de vista de la seguridad del vehículo y con ello poner en riesgo los alrededores en los que pueden haber personas.

La estabilidad del vehículo en carreteras rectas no es objeto de estudio, ya que no supone un riesgo tan alto como en curvas y en zonas con pendiente.

A continuación estudiamos la estabilidad lateral y longitudinal:

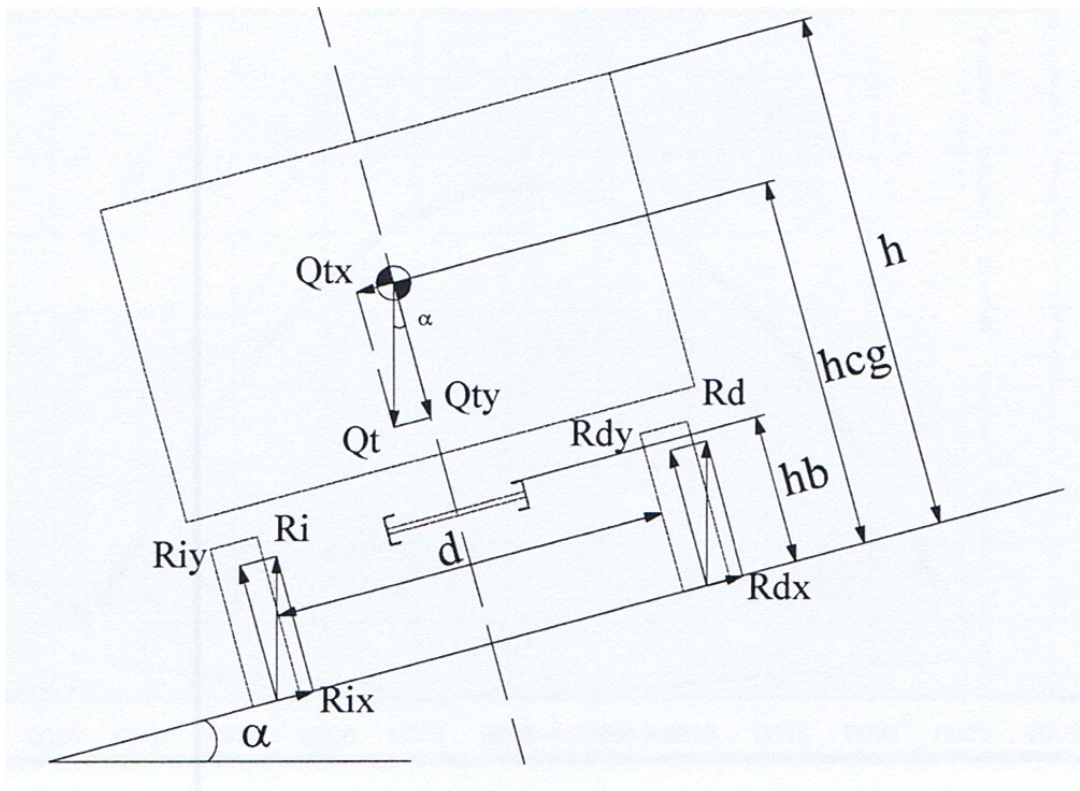
2.3.1 Estabilidad lateral.

El objetivo de la estabilidad lateral es calcular la pendiente máxima superable para que el vehículo no vuelque .La pendiente máxima para que el vehículo no vuelque viene dada por la siguiente expresión:

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

$$\alpha = \arctang\left(\frac{d}{2 \cdot hcg}\right)$$

La siguiente imagen ilustra los principales parámetros para el cálculo:



Donde :

- “hb” es la altura del suelo plano al bastidor, en mm
- “Qútil” el valor de la carga útil, en las mismas unidades que se pongan la Tara y MMA (Kg).
- “hcu” es la altura del centro de gravedad de la carga útil, en mm, y se calcula según la expresión:

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

$$hcu = hb + \frac{h - hb}{2} \qquad hcg = \frac{hb \cdot Tara + hcu \cdot Qútil}{MMA}$$

Valores de las variables para el cálculo:

- Tara = 4800 + 3500 + 6300 = 14.600 Kg

- MMA = 14.600 + 26.000 = 40.000 Kg

- Qútil = 26.000 Kg

- hb = 1.150 mm

- h = 1.800 + 1150 = 2.950 mm

- d = 1830 mm

$$hcu = 1.150 + \frac{2.950 - 1.150}{2} = 2.050 \text{ mm}$$

$$hcg = \frac{1.150 * 14.600 + 2.050 * 26.000}{40.000} = 1.752,25 \text{ mm}$$

$$\alpha = \arctg \frac{1.830}{2 * 1.752,25} = 27,57^\circ$$

El cálculo de la pendiente nos indica que el camión no podrá circular por carreteras que tengan una inclinación lateral o peralte mayor a $\alpha = 27,57^\circ$

2.3.2 Estabilidad longitudinal.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

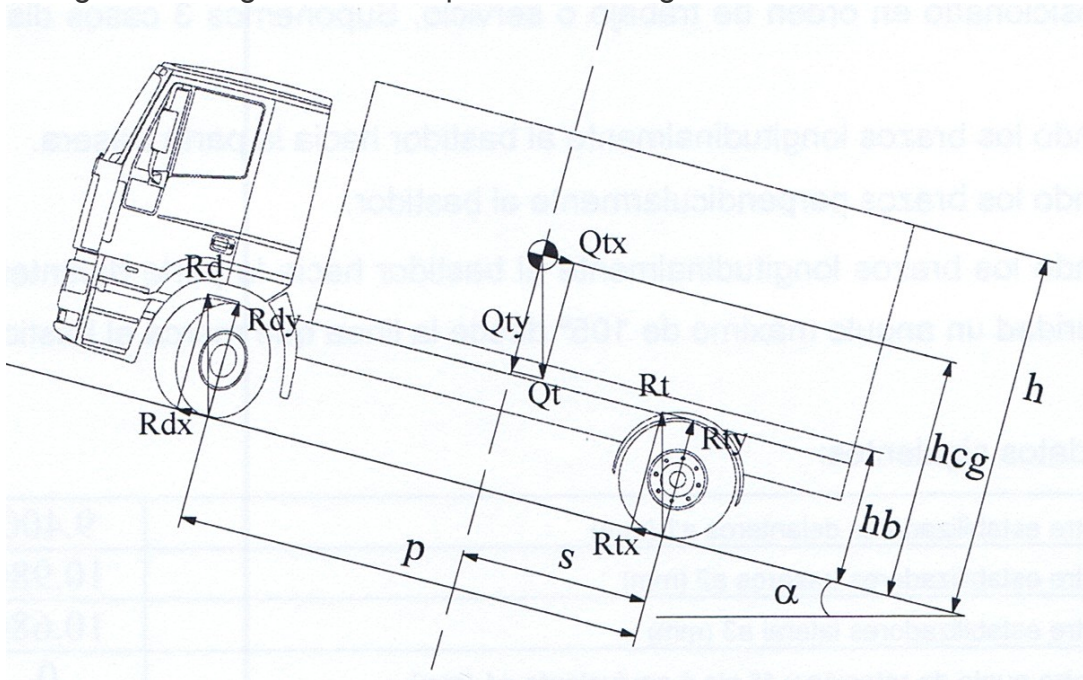
La pendiente máxima superable para que el vehículo no vuelque viene dada por la siguiente expresión:

$$\alpha = \arctang\left(\frac{s}{hcg}\right)$$

El único parámetro distinto que encontramos es s , que representa la distancia del centro de gravedad al eje trasero.

$$S = 2.050 \text{ mm}$$

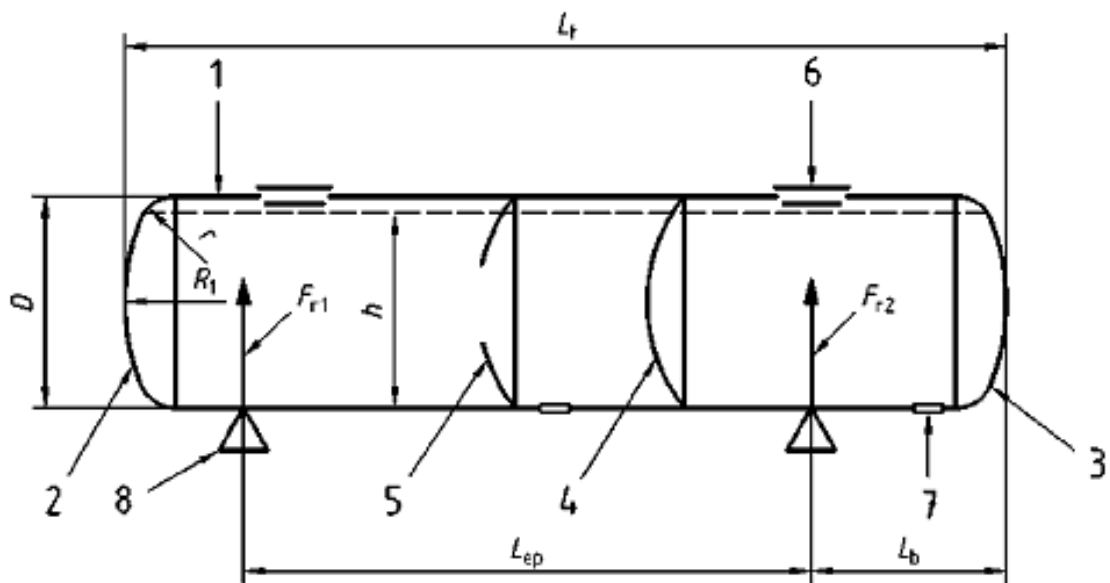
La siguiente imagen ilustra los parámetros longitudinales:



$$\alpha_{\text{longitudinal}} = \arctg \frac{2.050}{1.752,25} = 49,47^\circ$$

La pendiente máxima superable para que el vehículo no vuelque es $\alpha = 49,47^\circ$.

2.4 . Resumen de parámetros , tablas.



Leyenda

- Pared del depósito
- Fondo delantero
- Fondo trasero
- Separaciones
- Tabiques rompeolas
- Abertura superior
- Abertura inferior
- Soportes

Figura A.1 – Características principales de la cisterna

Joaquín Hernández Gómez
 DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Tabla A.1 – Parámetros dimensionales

Nº	Elemento	Símbolo	Unidad	Valor
1	Longitud de la cisterna	L_t	mm	2.500
2	Peso bruto máximo (cisterna llena y vehículo)	M	N	371.835,3
3	Carga útil (peso bruto máximo – tara)	Q	N	260.835,3
4	Posición del soporte trasero	L_b	mm	4.200
5	Distancia entre soportes	L_{ep}	mm	7.800
6	Reacción del soporte delantero	F_{r1}	N	87.279,67
7	Reacción del soporte trasero	F_{r2}	N	173.5561,1
8	Gravedad específica máxima del producto transportado	d	kg/m ³	788.0
9	Altura máxima de llenado	h	mm	1.690
10	Diámetro interior máximo o diámetro equivalente para secciones transversales no circulares	D	mm	1.791
11	Radio interno del reborde	r	mm	180
12	Radio interno de la corona	R_1	mm	2.028
13	Límite de elasticidad aparente a la temperatura de diseño	R_{et}	N/mm ²	250
14	Resistencia a la tracción a la temperatura de diseño	R_{mt}	N/mm ²	520
15	Peso del producto transportado en el compartimento	M_p	N	246.990
16	Módulo elástico de tracción (módulo de Young)	E	N/mm ²	200
17	Distancia desde la parte trasera de la cisterna hasta el punto con el momento de flexión máxima	X	mm	5.834,437

Joaquín Hernández Gómez
 DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Tabla A.2 – Presiones

Nº	Presión	Símbolo	Unidad	Valor
1	Presión de vapor a la presión de diseño (presión manométrica)	P_{vd}	MPa	0.01
2	Presión de apertura de la válvula de seguridad o del venteo (presión manométrica)	P_{ts}	MPa	0.02
3	Presión de descarga (presión manométrica)	P_d	MPa	atm
4	Presión de llenado (presión manométrica)	P_f	MPa	atm
5	Presión de servicio máxima ^b	P_{ms}	MPa	0.02
6	Presión estática (presión manométrica)	P_{ta}	MPa	0.02
7	Presión dinámica	P_{dyn}	MPa	0.08
8	Presión de ensayo de la cisterna (presión manométrica) (de 6.5.1)	P_e	MPa	0.04
9	Presión de ensayo en cada compartimento (de 6.5.2)	P_{ec}	MPa	0.04
10	Presión de cálculo conforme al apartado 6.5	P_c	MPa	0.04

Joaquín Hernández Gómez
**DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS**

Tabla A.3- Presión de cálculo en las condiciones de servicio

	Unidades	Virola	Fondo delantero	Fondo trasero	mamparos
Área transversal interna	mm ²	2.516.494,25	2,516,494,255	2.516.494,255	2.476.494,255
Diámetro	mm	1.800	1.800	1.800	1.800
Peso máximo Mc	N	246.990	246.990	246.990	246.990
Densidad máxima d	Kg/m ³	788	788	788	788
Altura máxima h	mm	1.690	1.690	1.690	1.690
Pta	Mpa	0,02	0,02	0,02	0,02
2*Pta	Mpa	0,04	0,04	0,04	0,04
2* Pta del agua	Mpa	0,04	0,04	0,04	0,04
Pms	Mpa	0,02	0,02	0,02	0,02
Pms + Pta * l	Mpa	0,04	0,04	0,04	0,04
Pms + 2*Pta*l	Mpa	0,06	0,06	0,06	-
Pms + Pta*l+2*Pdy	Mpa	-	0,2	0,04	-
Pc	Mpa	0,06	0,2	0,06	0,04

Tabla A.4 – Temperatura

Temperatura de diseño (de servicio) (sólo si es superior a + 50 °C o inferior a – 20 °C)	°C
Temperatura (t)	20/50

Joaquín Hernández Gómez
 DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Tabla A.5 – Materiales

	Unidades	Pared del depósito	Fondo delantero	Fondo trasero	Separaciones
Tipo de material		Ac.inox.austeni.	Ac.inox.austeniti.	Ac.inox.austeni.	Ac.inox.auste.
Grado		316L	316L	316L	316L
Normas o especificaciones		EN 1028-7	EN 1028-7	EN 1028-7	EN 1028-7
R_m	N/mm ²	520	520	520	520
R_{mt} a la temperatura de diseño	N/mm ²	520	520	520	520
$R_{e a}$	N/mm ²	250	250	250	250
R_{et} a la temperatura de diseño	N/mm ²	250	250	250	250
E	N/mm ²	200	200	200	200
a Al 0,2% o para acero austenítico al 1%.					

Joaquín Hernández Gómez
 DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
 CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Tabla A.7 Esfuerzos máximos

Casilla nº		unidades	Esfuerzos máximos
1	$0,5 \cdot R_m$	N/mm ²	265
2	$0,75 \cdot R_e$	N/mm ²	180
3	$0,5 \cdot R_{mt}$	N/mm ²	270
4	$0,75 \cdot R_{et}$	N/mm ²	187,5
5	$R_e/1,5$	N/mm ²	160
6	$R_{et}/1,5$	N/mm ²	166,667
7	Valor seleccionado σ en las condiciones de ensayo	N/mm ²	180 (el menor de las casillas 1 y 2)
8	Valor seleccionado σ en las condiciones de servicio	N/mm ²	180 (el menor de las 4 primeras casillas)
9	Valor seleccionado σ en las condiciones de servicio para los contenedores cisterna	N/mm ²	160 (el menor de todos los valores calculados)
10	E a t ^a ambiente	N/mm ²	210.000

3. Procedimiento de fabricación y soldadura.

3.1 Fases de fabricación, montaje y soldadura.

3.1.1 Fabricación del depósito.

3.1.1.1 Conformado de las virolas.

El primer paso de la fabricación es la inspección visual de las planchas de acero.

Una vez comprobado el perfecto estado del acero se procede a la soldadura por plasma de dos planchas de 5 mm de espesor, así conseguimos las chapas de la longitud necesaria para el cilindrado y que alcance el diámetro de 1,8 metros.

Una vez soldadas la chapas se elimina la escoria y el sobrante de la soldadura mediante una lijadora de banda.

El segundo paso es el cilindrado de las chapas anteriormente soldadas, de este paso obtenemos las virolas redondas, ahora se sueldan a tope sus extremos.

3.1.1.2 Conformado de las tapas.

El conformado de las 2 tapas del depósito se realiza mediante entalla, una chapa con creces es prensada con rodillos hasta coger las dimensiones exactas que hemos acordado para la fabricación de la cisterna.

3.1.1.3 Conformado de mamparos y rompeolas.

El conformado de mamparos y rompeolas se realiza por el mismo proceso que las tapas, entalla, con la única diferencia de las dimensiones finales a obtener.

Los rompeolas después de la entalla son cortados y horadados para alcanzar la geometría útil que nos aporta para frenar el líquido en movimiento.

3.1.1.4 Unión de todos los componentes.

El primer paso para obtener el depósito es la unión de las 4 virolas mediante soldadura a tope alcanzado un cilindro de 12 metros de longitud.

Obtenido el cilindro principal se sueldan rompeolas y mamparos en su interior quedando por soldar las tapas en los extremos para obtener la estructura completa del depósito.

Una vez obtenida la forma final del depósito se sueldan las costillas de refuerzo en las soldaduras circunferenciales de las virolas y se sueldan los perfiles superiores antivuelco que nos servirán como soportes de izado.

Para finalizar se realizan todas las perforaciones para la instalación de todos los accesorios y se preparan los bordes para facilitar la soldadura de las bridas de dichos accesorios.

3.1.2 Unión del depósito con el remolque.

El depósito irá unido al bastidor del semirremolque mediante unas bancadas de chapa del mismo acero que el resto del depósito 316 L.

Las bancadas tendrán unas pletinas para su atornillado al bastidor mediante pernos M16x60 DIN 933.

Para la unión , primero se alojarán las bancadas en el bastidor encajando los pernos de fijación (sin apretar) , después se dejará descansar el depósito sobre las bancadas, se ajusta para que este en la posición adecuada y se sueldan las bancadas al depósito. Una vez que las bancadas y el depósito son una pieza se le da el apriete adecuado a los pernos de fijación de las pletinas.

3.1.3 Unión del remolque con el camión.

Esta unión viene instalada por el fabricante del remolque , consistente en la quinta rueda o king-pin .

3.2 Soldaduras, procedimientos y técnicas empleadas. Certificación y cualificación.

3.2.1 Soldadura.

Las calidad de soldaduras de todo el conjunto de la cisterna deben estar asegurada con el cumplimiento de las normas EN ISO 3834-1 y EN ISO 3834-2.

El soldeo de las uniones del depósito podrá realizarse si se aplican todas las siguientes condiciones:

1. - El fabricante tiene redactada una especificación del procedimiento de soldadura.
2. - Los procedimientos de soldeo seleccionados por el fabricante están cualificados para el campo de aplicación. Si el diseño se basa en especificaciones del material acordadas por una autoridad competente, el procedimiento de soldeo debe estar cualificado utilizando materiales con propiedades superiores.
3. - Los soldadores estarán cualificados para el trabajo según la norma UNE EN 278-1.

4. - Las uniones soldadas son de nivel de calidad B, excepto la soldadura longitudinal y circunferencial de la envolvente, o si la especificación o plano de diseño tiene requisitos siempre considerando las especificaciones en UNE EN 15614-1.

3.2.2 Técnicas de soldadura.

Los procedimientos y técnicas de soldadura empleadas en la fabricación, están recogidas en la norma EN 13094:2009 , y quedan recogidas en el anexo

“ detalles de soldadura ” .

3.2.3 Inspecciones y ensayos.

El soldeo ha de ser sometido a inspecciones y ensayos antes, durante y después del mismo.

3.2.3.1 Inspecciones y ensayos antes del soldeo.

Antes de comenzar con las soldaduras se debe verificar lo siguiente:

1. - Adecuación y validez de los certificados de cualificación de los soldadores y de los operadores de soldeo.
2. - Adecuación de la especificación del procedimiento de soldeo.
3. - Identificación del metal base.
4. - Identificación de los consumibles de soldeo.
5. - Preparación de la unión (por ejemplo, forma y medidas).
6. - Ensamblaje, posicionado y punteado.
7. - Cualquier requisito especial de la especificación del procedimiento de soldeo (por ejemplo, prevención de las deformaciones).
8. - Adecuación de las condiciones de trabajo para el soldeo, incluyendo condiciones ambientales.

3.2.3.2 Inspecciones y ensayos durante el soldeo.

Durante el soldeo se debe verificar con la periodicidad apropiada, o por seguimiento continuo, lo siguiente:

1. - Parámetros esenciales del soldeo (por ejemplo, corriente de soldeo, tensión del arco y velocidad de avance).
2. - Pre calentamiento/temperatura entre pasadas.

3. - Limpieza y aspecto de los cordones y pasadas del metal de soldadura.
4. - Resanado de la raíz.
5. - Secuencia de soldeo.
6. - Utilización y manejo correcto de los consumibles.
7. - Control de deformaciones.
8. - Cualquier examen intermedio (control dimensional).

3.2.3.3 Inspecciones y ensayos después del soldeo.

Después del soldeo, se debe verificar la conformidad con los criterios de aceptación correspondientes mediante:

1. - Inspección visual según criterio UNE EN 5817:2007.
2. - Ensayos no destructivos según la norma UNE EN 1297. Si se utiliza el método de radiografía se seguirá la UNE EN 1435 (100% en las cruces y 10% en las costuras) y si se utiliza ultrasonidos se seguirá la UNE EN 1714.
3. - Ensayos destructivos.
4. - Forma, aspecto y dimensiones de la construcción.
5. - Resultados y registros de las operaciones postsoldo (por ejemplo, tratamientos térmicos postsoldo, envejecimiento).
6. - Reparación con un procedimiento cualificado con UNE EN 288, UNE EN 15607, UNE EN 15609-1 según proceda.

3.2.4 certificación y cualificación.

El constructor que ejecute los trabajos de soldadura será de aptitud reconocida por la autoridad competente.

Los trabajos de soldadura se realizarán por soldadores cualificados, de acuerdo con un procedimiento de ensayo, cuya calidad (incluidos los tratamientos térmicos necesarios), haya sido refrendada mediante un ensayo del procedimiento.

Los ensayos no destructivos se realizarán mediante radiografías o por ultrasonidos y habrán de confirmar que la ejecución de las soldaduras corresponde a las solicitudes. Será conveniente efectuar los siguientes controles, según el valor del coeficiente empleado para el cálculo del espesor del depósito.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

El coeficiente empleado para el cálculo de espesores es $\lambda=0,8$ esto implica lo siguiente:

Los cordones de soldadura se verificarán, en lo posible, visualmente por las dos caras y se someterán, por muestreo, a un control no destructivo. Deberán ser ensayados todos los nudos de soldaduras y una longitud de soldadura igual o superior al 10 % de las soldaduras longitudinales, circulares y radiales.

Si la autoridad competente tuviera dudas acerca de la calidad de los cordones de soldadura, podrá ordenar la realización de controles suplementarios.

4 Inspecciones ensayos y pruebas.

Una cisterna debe pasar una serie de inspecciones y pruebas antes de que pueda ser utilizada, sino cumple uno o varios de los puntos de la inspección se volverán a probar de acuerdo con los requisitos de estos puntos, una vez que se haya investigado y corregido el fallo.

Si en opinión del inspector la reparación puede afectar a la validez de los resultados de otros ensayos anteriores, estos ensayos se deben repetir.

4.1 Tipos de inspecciones.

Existen cinco tipos de inspecciones:

1. - Inspección para la aprobación de tipo.
2. - Inspección inicial.
3. - Inspección periódica.
4. - Inspección intermedia.
5. - Inspecciones extraordinarias.

4.1.1 Inspección para la aprobación de tipo.

La inspección para la aprobación de tipo debe llevarse a cabo de acuerdo con los siguientes apartados:

1. - Examen de los documentos.
2. - Comprobación de las características de diseño.
3. - Inspección del interior de la cisterna.
4. - Inspección del exterior de la cisterna.
5. - Ensayo de presión hidráulica.
6. - Ensayo de vacío.
7. - Ensayo de estanquidad.
8. - Determinación de la capacidad con agua.
9. - Inspección de los equipos de servicio.
10. - Inspección del bastidor y de otros equipos estructurales de las cisternas móviles y contenedores-cisterna.

4.1.2 Inspección inicial.

Los depósitos y sus equipos se someterán, bien en conjunto o por separado, a un control inicial previo a su puesta en servicio. Este control comprenderá :

1. - Verificación de la conformidad con el tipo autorizado.
2. - Verificación de las características.
3. - Examen del estado interior y exterior.
4. - Prueba de estanqueidad y verificación del buen funcionamiento del equipo.

La prueba de presión hidráulica deberá efectuarse sobre el conjunto del depósito y por separado en cada compartimento de los depósitos divididos en compartimentos.

La prueba deberá efectuarse en cada compartimento a una presión como mínimo igual a 1,3 veces la presión máxima de servicio.

Si los depósitos y sus equipos hubieran sido probados por separado, el conjunto deberá someterse después de su ensamblaje a una prueba de estanqueidad. La prueba de estanqueidad se efectuará por separado en cada uno de los compartimentos de los depósitos divididos en compartimentos.

4.1.3 Inspecciones periódicas.

Los depósitos y sus equipos deberán someterse a controles periódicos como máximo cada seis años.

Los controles periódicos comprenderán:

1. - Un examen del estado interior y exterior.
2. - Una prueba de estanquidad de acuerdo con las especificaciones de controles intermedios.
3. - Como regla general, una prueba de presión hidráulica por medio de un líquido siempre que esta operación no ofrezca ningún peligro.

4.1.4 Inspecciones intermedias.

Los depósitos y sus equipos deberán someterse a controles intermedios como mínimo cada tres años después del control inicial y de cada control periódico. Estos controles intermedios se pueden llevar a cabo en el plazo de tres meses, antes o después de la fecha especificada.

Sin embargo, el control intermedio se puede llevar a cabo en cualquier momento antes de la fecha especificada.

Si se lleva a cabo un control intermedio más de tres meses antes de la fecha prevista se realizará otra inspección intermedia como muy tarde tres años después de dicha fecha.

Estos controles intermedios incluirán una prueba de estanqueidad del depósito con sus equipos y una verificación del funcionamiento correcto de todo el equipo.

Para esto, la cisterna deberá someterse a una presión efectiva interior al menos igual a la presión máxima de servicio. Para las cisternas destinadas al transporte de líquidos, cuando la prueba se realiza por medio de un gas, la prueba de estanqueidad debe efectuarse a una presión al menos igual al 25% de la presión máxima de servicio. En todos los casos, ésta no debe ser inferior a 20 KPa (0,2 bar) (Presión manométrica).

4.1.4 Inspecciones excepcionales.

Cuando la seguridad de la cisterna o de los equipos pudiera haber resultado afectada a causa de una reparación, modificación o un accidente se efectuará un control excepcional.

Si se ha realizado un control excepcional que cumpla las disposiciones de un control periódico entonces se podrá considerar como tal inspección periódica.

5 Documentación y certificación.

Los documentos necesarios, incluidas las actas negativas, serán archivados y custodiados por el organismo de control durante un plazo no inferior a diez años o hasta la fecha de caducidad del documento, si es superior a diez años; y estarán, en todo momento, a disposición del órgano competente de la Comunidad Autónoma donde se ha realizado la actuación. No obstante, será remitida copia al órgano competente de la Comunidad Autónoma, en la forma que éste disponga.

La documentación necesaria para la certificación está incluida en el RD 97/2014, y esta recogida en el anexo "documentación y certificación".

6 Evaluación de riesgos de la seguridad y del medio ambiente.

6.1 Plan de emergencia.

Definimos una emergencia como una situación de peligro o desastre que requiere una acción inmediata como serían los incendios, o los escapes o derrames de mercancías peligrosas.

6.1.1 Normas de actuación en caso de avería o accidente.

6.1.1.1 Actuación y comunicación.

En caso de que, un vehículo que transporte mercancías peligrosas, a causa de una avería o accidente, no pueda continuar su marcha, se actuará de la siguiente forma:

1. - Actuación de los miembros de la tripulación: Los miembros de la tripulación tomarán inmediatamente las medidas que se determinen en las instrucciones escritas según el ADR y adoptarán aquellas otras que figuran en la legislación vigente. Seguidamente se procederá a informar de la avería o accidente al teléfono de emergencia que corresponda, de acuerdo con la relación que, a tal efecto, se publica, con carácter periódico, en el «Boletín Oficial del Estado» mediante Resolución de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior. Posteriormente, y siempre que sea posible, se comunicará también a la empresa transportista y a la empresa expedidora, identificadas como tales en la carta de porte o documentos de transporte.
2. - En caso de imposibilidad de actuación de los miembros de la tripulación: En este supuesto, la autoridad o su agente más cercano o el servicio de intervención que ha recibido la información inicial del hecho (Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil, Fuerzas y Cuerpos de seguridad, Bomberos, Cruz Roja, etc.), se asegurará, a través de los mecanismos y protocolos establecidos, de que sean informados los responsables en materia de tráfico y seguridad vial, y el Centro de Coordinación Operativa designado en el correspondiente plan de la Comunidad Autónoma o, en su defecto, las Delegaciones/Subdelegaciones del Gobierno de la provincia en la que el suceso se produzca, llamando a los números de teléfono que se publican, con carácter periódico, en el Boletín Oficial del Estado mediante Resolución de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias del Ministerio del Interior, para que, en cada caso, se adopten las medidas de

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

prevención o protección que resulten más adecuadas, contando para ello con lo dispuesto en las fichas de intervención de los servicios operativos en situaciones de emergencia provocadas por accidentes en el transporte de mercancías peligrosas por carretera y ferrocarril.

Según descrito anteriormente los miembros de la tripulación del vehículo llevarán a cabo en caso de accidente las siguientes acciones cuando sea seguro y practicable hacerlo:

1. - Aplicar el sistema de frenado, apagar el motor y desconectar la batería accionando el interruptor cuando exista
2. - Evitar fuentes de ignición, en particular, no fumar o activar ningún equipo eléctrico;
3. - Informar a los servicios de emergencia apropiados, proporcionando tanta información como sea posible sobre el incidente o accidente y las materias involucradas;
4. - Ponerse el chaleco fluorescente y colocar las señales de advertencia autoportantes como sea apropiado;
5. - Mantener los documentos de transporte disponibles para los receptores a su llegada;
6. - No andar sobre las materias derramadas, no tocarlas y evitar la inhalación de gases, humo, polvo y vapores manteniéndose en el lado desde donde sopla el viento;
7. - Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear los extintores para apagar incendios pequeños/iniciales en neumáticos, frenos y compartimento del motor;
8. - Los miembros de la tripulación del vehículo no deberán actuar contra los incendios en los compartimentos de carga;
9. - Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear el equipo de a bordo para evitar fugas al medio ambiente acuático o al sistema de alcantarillado y para contener los derrames;
10. - Apartarse de las proximidades del accidente o emergencia, aconsejar a otras personas que se aparten y seguir el consejo de los servicios de emergencias;

11. - Quitarse toda ropa y equipos de protección contaminados después de su utilización y deshacerse de estos de forma segura.

La comunicación a que se refieren los apartados anteriores se efectuará por el medio más rápido posible e incluirá, los siguientes datos:

1. - Localización del suceso.
2. - Estado del vehículo implicado y características del suceso.
3. - Datos sobre las mercancías peligrosas transportadas.
4. - Existencia de víctimas.
5. - Condiciones meteorológicas.
6. - Otras circunstancias que se consideren de interés para valorar los posibles efectos del suceso sobre la seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente y las posibilidades de intervención preventiva.

6.1.1.2 Planes de Actuación.

En función de las necesidades de intervenciones derivadas de las características del accidente y de sus consecuencias ya producidas o previsibles, las autoridades competentes aplicarán las medidas previstas en los planes especiales recogidas en la Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera.

6.1.1.2.1 Medidas para luchar contra el fuego.

1. - Agentes de extinción : Espuma antialcohol, polvo químico seco o dióxido de carbono, la niebla de agua puede no ser efectiva.
2. - Procedimientos especiales de combate : En lo posible, mantenga el viento en la espalda, ataque el fuego desde la mayor distancia posible. Refrigere el depósito expuesto al fuego.

3. - Equipos de protección : Ropa protectora de cobertura completa y equipo respiratorio autónomo.

6.1.1.2.2 Medidas para controlar derrames y fugas.

1. - Medidas de emergencia en caso de derrame : Contener con material absorbente para que no alcance cursos de agua , alcantarillas o subterráneos. Aisle el sector y aleje las posibles fuentes de ignición. Evacue el área en prevención de cualquier incendio.
2. - Método de limpieza : Recuperar con material absorbente o bombas con motor a prueba de explosión. Los desechos pueden eliminarse por incineración en una instalación especialmente diseñada para ello.

6.1.2 Equipamiento de emergencia.

6.1.2.1 Equipamiento de protección general.

1. - Un calzo por vehículo, de dimensiones apropiadas a la masa bruta máxima admisible del vehículo y del diámetro de la ruedas. Una unidad por vehículo , en nuestro caso unidad tractora y semirremolque.
2. - Dos señales de advertencia autoportantes.
3. - Un obturador de entrada al alcantarillado.
4. - Un recipiente colector de plástico.

6.1.2.2 Equipamiento de protección individual (EPI).

1. - Protección respiratoria: Mascara facial completa con una línea de aire de presión positiva y una botella de escape o aparato respiratorio independiente definida según UNE-EN 12021.
2. - Protección ocular: Gafas o anteojos de seguridad según sea apropiado para el trabajo que se realiza regida por la UNE-EN 166
3. - Protección de la piel y del cuerpo (antiestáticos): Guantes de caucho de butilo o neopreno, mono no inflamable y fluorescente siguiendo las especificaciones de la norma UNE-EN 374-1.

4. - Ropa fluorescente normalizada según la norma UNE-EN 471 que establece las dimensiones mínimas y los materiales de fabricación.
5. - Aparato de iluminación portátil sin ninguna superficie metálica definido por la UNE-EN 60598-2-4.
6. - Líquido para el lavado de ojos.
7. Botas de descarga, antiestáticas.

6.2 Impacto ambiental.

La acetona es un producto de baja toxicidad, pero presenta un riesgo indirecto en el ambiente acuático por su biodegradabilidad, lo que conduce a una reducción del oxígeno. Presenta un riesgo tóxico insignificante para los organismos acuáticos y es lo más, levemente tóxico por vía oral para los mamíferos de laboratorio.

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS

Joaquín Hernández Gómez
DISEÑO, CÁLCULO, FABRICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD DE UNA
CISTERNA DESTINADA AL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS
