

**Universidad  
Politécnica  
de Cartagena**



**industriales**  
etsii UPCT

**Proyecto de diseño, cálculo, fabricación,  
evaluación de la conformidad (marcado CE) de  
una cisterna destinada al transporte de BUTANO.**

**Titulación:** I.T.I. especialidad en  
Mecánica

**Alumno:** Alejandro Davia Alcantud

**Directores:** Isidoro José Martínez Mateo  
Federico López-Cerón de Lara

Cartagena, 24 de Junio de 2014.



## **INDICE**

## **Página**

<b>I.MEMORIA.</b>	<b>5</b>
<b>I.1.Alcance.</b>	<b>5</b>
<b>I.2.Normativa.</b>	<b>5</b>
<b>I.3.Definiciones.</b>	<b>6</b>
<b>I.4.Caracterización de la cisterna.</b>	<b>16</b>
<b>1.4.1. Diseño del Depósito.</b>	<b>16</b>
<b>I.4.1.1.Producto a contener.</b>	<b>16</b>
<b>I.4.1.2.Grado de llenado.</b>	<b>17</b>
<b>I.4.1.3.Tipo de depósito.</b>	<b>18</b>
<b>I.4.1.4.Especificaciones del depósito.</b>	<b>19</b>
<b>I.4.1.5.Estructura y elementos del depósito.</b>	<b>20</b>
<b>I.4.2 Equipos de servicio.</b>	<b>22</b>
<b>I.4.2.1.Bocas de hombre.</b>	<b>22</b>
<b>I.4.2.2.Sistemas de carga y descarga.</b>	<b>22</b>
<b>I.4.2.3.Válvulas.</b>	<b>26</b>
<b>I.4.2.4.Hermeticidad o ventilación.</b>	<b>28</b>
<b>I.4.2.5.Seguridades.</b>	<b>28</b>
<b>I.4.2.6.Componentes auxiliares.</b>	<b>28</b>
<b>I.4.2.7.Equipamiento eléctrico.</b>	<b>29</b>
<b>I.4.2.8.Estudio de la electricidad estática en la cisterna.</b>	<b>32</b>
<b>I.4.3.Remolque-vehículo.</b>	<b>36</b>
<b>I.4.3.1.Conformidad.</b>	<b>36</b>
<b>I.4.3.2.Homologación CEE.</b>	<b>36</b>
<b>I.4.4.Unión cisterna-chasis.</b>	<b>37</b>
<b>I.4.5.Unión Camión- semirremolque.</b>	<b>38</b>
<b>I.5.Marcado.</b>	<b>39</b>
<b>I.6.Equipamiento de la cisterna.</b>	<b>43</b>
<b>I.6.1.Dispositivos de seguridad.</b>	<b>43</b>
<b>I.6.2.Dispositivos de descompresión.</b>	<b>43</b>
<b>I.6.3.Señalización y alumbrado.</b>	<b>44</b>
<b>I.6.3.1.Placas-etiquetas.</b>	<b>44</b>
<b>I.6.3.2.Panel naranja.</b>	<b>45</b>
<b>I.6.3.3.Placa que indica la longitud del vehículo.</b>	<b>47</b>
<b>I.6.3.4.Alumbrado.</b>	<b>47</b>
<b>II.CALCULOS JUSTIFICATIVOS.</b>	<b>48</b>



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

<b>II.1.Determinación de paredes, fondos, cierres, aberturas.</b>	<b>48</b>
<b>II.1.1.Directrices para la selección de los grados de material.</b>	<b>48</b>
<b>II.1.2.Temperaturas de referencia para el diseño.</b>	<b>48</b>
<b>II.1.3.Llenado.</b>	<b>48</b>
<b>II.1.4.Diseño.</b>	<b>49</b>
<b>II.1.4.1.Tensiones de diseño.</b>	<b>49</b>
<b>II.1.4.2.Presion de diseño.</b>	<b>49</b>
<b>II.1.4.3.Ecuaciones para el diseño de la envolvente cilíndrica.</b>	<b>50</b>
<b>II.1.4.4.Ecuaciones para el diseño del fondo abombado.</b>	<b>50</b>
<b>II.1.4.5.Refuerzos de boquillas.</b>	<b>54</b>
<b>II.2.Determinación del esfuerzo en los accesorios de la cisterna.</b>	<b>58</b>
<b>II.2.1.Determinación del número y cálculo de durmientes.</b>	<b>58</b>
<b>II.2.2.Fijación del recipiente a presión al chasis.</b>	<b>59</b>
<b>II.2.2.1.Tirantes de fijación.</b>	<b>59</b>
<b>II.2.2.2.Pernos.</b>	<b>60</b>
<b>II.2.2.3.Soldaduras de los soportes de fijación.</b>	<b>60</b>
<b>II.2.2.4.Esfuerzo admisible. Fijación y cálculo de fuerzas y momentos.</b>	<b>61</b>
<b>II.2.2.5.Cálculo de los tirantes de fijación.</b>	<b>62</b>
<b>II.2.2.6.Cálculo de los pernos de fijación.</b>	<b>64</b>
<b>II.2.2.7.Sistema de anclaje e izado.</b>	<b>65</b>
<b>II.2.2.8.Cálculo de soldaduras.</b>	<b>68</b>
<b>II.2.3.Estabilidad de la cisterna.</b>	<b>69</b>
<b>II.2.4.Aislamientos. Justificación.</b>	<b>70</b>
<b>III.PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN y SOLDADURA.</b>	<b>70</b>
<b>III.1.Fases de fabricación y montaje.</b>	<b>70</b>
<b>III.1.1.Esquema de fabricación y montaje del depósito. Unión del depósito con el remolque. Unión del remolque con el camión.</b>	<b>70</b>
<b>III.2.Fabricación del depósito.</b>	<b>71</b>
<b>III.2.1.Tolerancias admisibles según normativa.</b>	<b>71</b>
<b>III.3.Soldaduras. Procedimientos y técnicas empleadas. Certificación y cualificación.</b>	<b>74</b>
<b>IV.INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS.</b>	<b>78</b>
<b>IV.1.Inspecciones.</b>	<b>78</b>
<b>IV.2.Ensayos.</b>	<b>79</b>
<b>IV.2.1.Ensayo de presión hidráulica.</b>	<b>79</b>
<b>IV.2.2.Ensayo de vacío.</b>	<b>80</b>



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

IV.2.3.Ensayo de estanquidad.	80
IV.2.4.Ensayo de la determinación de la capacidad.	81
IV.3.Inspecciones y pruebas.	81
<b>V.DOCUMENTACIÓN Y CERTIFICACIÓN.</b>	<b>84</b>
<b>VI.EVALUACION DE RIESGOS DE LA SEGURIDAD Y DEL MEDIO AMBIENTE.</b>	<b>104</b>
VI.1.Accidentes. Plan de emergencia. Evaluación de riesgos según productos a transportar.	104
VI.1.1.Actuación y comunicación.	104
VI.2.Seguridad de la tripulación. Equipamiento de seguridad. EPIS.	109
VI.3.Prevenición de riesgos de incendios. Cabina. Depósitos de carburantes. Motor. Equipos de extinción de incendios.	111
VI.4.Dispositivos. Limitadores de velocidad. Protección posterior. Equipamiento eléctrico.	114
<b>VII.PLANOS.</b>	<b>115</b>
VII.1.Plano general cotas.	
VII.2.Plano general leyenda.	
VII.3.Distribución de los rompeolas.	
VII.4.Rompeolas.	
VII.5.Anclaje tirante de sujeción.	
VII.6.Tirante de sujeción.	
VII.7.Bridas.	
VII.8.Válvula de fondo.	
VII.9.Válvula de seguridad.	
VII.10.Válvula de corte	
VII.11.Carga y descarga	
VII.12.Electricidad estática.	
VII.13.Detalle de soldadura boca hombre y válvulas.	
VII.14.Detalle de soldadura rompeolas, envolvente y fondo.	
<b>VIII. Síntesis de cálculos.</b>	



## **I.MEMORIA.**

### **I.1.Alcance.**

El alcance de este proyecto consiste en el diseño y fabricación de una cisterna para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, en concreto “Butano” con número ONU 1011, siguiendo la normativa vigente y que impera tanto en el diseño como en el transporte por carretera, el ADR (Acuerdo Europeo sobre el transporte internacional de cargas peligrosas por vía terrestre). También se centra en toda la normativa complementaria de criterios de seguridad y accesorios de la cisterna.

### **I.2.Normativa.**

ADR 2013.

Directiva 2008/68/CE (RD 97/2014). Operaciones de transporte de Mercancías Peligrosas por carretera.

UNE 12493:2009: Equipos y accesorios para GLP. Tanques de acero soldados para gases licuados del petróleo. Diseño y fabricación de camiones cisterna.

UNE-EN 1092-1: Bridas y sus uniones. Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios y piezas especiales, designación PN.

UNE-EN 10028-3: Productos planos de acero para aplicaciones a presión. Parte 3: Aceros soldables de grano fino en condición de normalizado.

UNE-EN 12972:2009: Cisternas para el transporte de mercancías peligrosas. Ensayo, inspección y marcado de cisternas metálicas.

UNE-EN 1333:2006: Bridas y sus uniones. Componentes de canalizaciones de tuberías. Definición y selección de PN.

UNE-EN13175:2007: Equipos y accesorios para GLP. Especificación y ensayos de las válvulas para depósitos de gases licuados del petróleo (GLP).

UNE-EN 13776:2013: Equipos y accesorios para GLP. Procedimientos de carga y descarga de los camiones cisterna para GLP.

UNE-EN 14071:2005: Válvulas de alivio de presión para depósitos de GLP. Equipos auxiliares.

UNE-EN14334:2006: Inspección y ensayo de camiones cisterna para gases licuados del petróleo(GLP).

UNE-EN 14422:2014: Acoplamientos con abrazaderas para mangueras flexibles de transferencia de GLP.

UNE-EN 16119:2013: Equipos y accesorios para GLP. Caperuzas y tapones de seguridad para las válvulas de botellas de GLP y tanques. Especificación y ensayo.

UNE-EN14433:2007: Cisternas para el transporte de mercancías peligrosas. Equipo de las cisternas para el transporte de productos químicos líquidos. Válvulas de pie.



UNE-EN 12252:2013: Equipos y accesorios para GLP. Equipamiento de camiones cisterna para GLP.

UNE-EN 13799:2012: Equipos y accesorios para GLP. Indicadores de nivel para recipientes a presión de gases licuados del petróleo (GLP).

UNE-EN13317:2007: Cisterna para el transporte de mercancías peligrosas. Equipos de servicio para cisternas. Conjunto de tapa de la boca de inspección.

UNE-109108-1:1995: Almacenamiento de productos químicos. Control de la electricidad estática. Parte 1: Pinza de puesta a tierra.

UNE-109108-2:1995: Almacenamiento de productos químicos. Control de la electricidad estática. Parte 2: Borna de puesta a tierra.

UNE-EN 13445-4:2012: Recipientes a presión no sometidos a llama. Parte 4: Fabricación.

UNE-EN 1708-1:2011: Soldeo. Descripción detallada de uniones soldadas de acero. Parte 1: Componentes sometidos a presión.

UNE-EN ISO 5817:2009: Soldeo. Uniones soldadas por fusión de acero, níquel, titanio y sus aleaciones (excluido el soldeo por haz de electrones). Niveles de calidad para las imperfecciones.

### **I.3. Definiciones.**

En el ADR se entiende por:

#### **A**

“Accesorios” dispositivos conectados al sistema cuya función principal no es el almacenamiento o transporte de GLP.

"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.

“Aseguramiento de la conformidad" (materia radiactiva), un programa sistemático de medidas aplicado por una autoridad competente con el objetivo de garantizar que las disposiciones del ADR sean respetadas en la práctica.

“ASTM” la American Society for Testing and Materials, (ASTM Internacional, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA, 19428-2959, Estados Unidos de América);

"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.

“Autoridad competente”: Organismo designado como tal en cada país de acuerdo con la reglamentación nacional.



C

“Camión cisterna” vehículo rígido, semitrailer o tráiler compuesto por uno o más recipientes de presión fijos.

“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.

"Capacidad nominal del recipiente", el volumen nominal expresado en litros de la materia peligrosa contenida en el recipiente. Para las botellas de gases comprimidos, el contenido nominal será la capacidad de agua de la botella.

“Certificado de tipo” aprobación de tipo según el ADR/RID o el certificado de examen de la CE de acuerdo a la Directiva 1999/36/CE sobre equipos a presión móviles (Directiva de Equipos a Presión Móviles. DEPT).

"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 cerrada herméticamente", una cisterna destinada al transporte de líquidos con una presión de cálculo de al menos 4 bar, o destinada al transporte de materias sólidas (polverulentas o granulares) cualquiera que sea su presión de cálculo cuyas aberturas están cerradas herméticamente, y que:

- está desprovista de válvulas de seguridad, de discos de ruptura, de otros dispositivos similares de seguridad o de válvulas de depresión; o
- está desprovista de válvulas de seguridad, de discos de ruptura o de cualquier otro dispositivo semejante de seguridad, pero está equipada de válvulas de depresión.



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

- está provista de válvulas de seguridad precedidas de un disco de ruptura, pero no está equipada de válvulas de depresión o está provista de válvulas de seguridad precedidas de un disco de ruptura y de válvulas de depresión.

"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.

"Cisterna portátil", una cisterna multimodal según las definiciones del capítulo 6.7 o del Código IMDG, indicada por una instrucción de transporte como cisterna portátil (código T) en la columna (10) del tabla A del capítulo 3.2, y que tiene, cuando se utiliza para el transporte de gases con una capacidad superior a 450 litros.

"Código técnico" código según el cual se diseña y construye la cisterna.

"Conformado en caliente" conformado a temperaturas superiores a la temperatura de alivio de tensiones, según se indica en las especificaciones aplicables del material.

"Conformado en frío" conformado a temperaturas no inferiores a 25 °C por debajo de la temperatura máxima admitida para el alivio de tensiones, de acuerdo con las especificaciones aplicables del material.

"Contenedor cisterna", un elemento de transporte que responde a la definición de contenedor y que comprende un depósito y sus equipos, incluidos los equipos que permiten los desplazamientos del contenedor cisterna sin cambio notable de asiento, utilizado para el transporte de materias gaseosas, líquidas, pulverulentas o granulares y con una capacidad, superior a 0,45 m<sup>3</sup> (450 litros), cuando se utiliza para el transporte de gases.

NOTA: Los grandes recipientes para mercancía a granel (GRG (IBC)) no se consideran como contenedores cisterna.

### **D**

"Depósito": Ensamblaje de una envolvente (la envolvente sometida a presión, incluye las aberturas y los cierres) y las partes no sometidas a presión soldadas directamente a la misma.

"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.





**E**

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

"Epígrafe n.e.p. (no especificado en otra parte)", epígrafe colectivo en el cual podrán ser incluidas materias, mezclas, disoluciones u objetos que:

- a) no estén expresamente mencionados en el tabla A del Capítulo 3.2, y
- b) tengan propiedades químicas, físicas o peligrosas que correspondan a la clase, al código de clasificación, al grupo de embalaje y al nombre y a la descripción del epígrafe n.e.p.

“Equipamiento del vehículo para transporte de GLP” equipos y tuberías instalados en el camión cisterna que están en contacto con el GLP y que forman parte del sistema de operación del GLP, del sistema de cierre o del sistema de seguridad, pero que no están conectados directamente al recipiente a presión y no forman parte del circuito de alimentación del GLP.

"Equipo de servicio" existen distintos tipos de definiciones:

- a) 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.
- b) de los elementos de un vehículo batería o de un CGEM, los dispositivos de llenado y de vaciado, incluida la tubería colectora, los dispositivos de seguridad, así como los aparatos de medida.
- c) de un GRG (IBC), los dispositivos de llenado y de vaciado y, cuando proceda, los dispositivos de descompresión o de aireación, dispositivos de seguridad, de calefacción y de aislamiento térmico, así como los aparatos de medida.

"Expedidor", la empresa que expide para ella misma o para un tercero mercancías peligrosas. Cuando el transporte es efectuado en base a un contrato de transporte, el expedidor según el contrato es considerado como el expedidor.

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

"Explotador de un contenedor cisterna o de una cisterna portátil", la empresa a nombre de la cual el contenedor cisterna o la cisterna portátil están matriculados o admitidos al tráfico;



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

### G

“Gas”, una materia que:

- a) a 50 °C ejerce una tensión de vapor superior a 300 kPa (3 bar), o
- b) es totalmente gaseosa a 20 °C a la presión normal de 101,3 kPa.

“Gas licuado del petróleo, GLP” : Gas a baja presión compuesto de uno o más hidrocarburos ligeros que están asignados a UN 1011, UN 1075, UN 1965, UN 1969 o UN 1978 únicamente y que está compuesto principalmente de propano, propeno, butano, isómeros de butano, buteno con trazas de otros hidrocarburos gaseosos.

“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.

### I

“Inspección intermedia” inspección realizada entre la inspección inicial y la primera inspección periódica, o entre dos inspecciones periódicas.

“Inspector” persona u organismo acreditado por la autoridad competente para realizar las inspecciones y ensayos prescritos.

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

“Indicador fijo de nivel de líquido” dispositivo de control, tal como un tubo sumergido combinado con una válvula de venteo, utilizado para indicar cuándo se ha alcanzado o sobrepasado un nivel de líquido predeterminado.

### L

“Libre de gas” menos del 20% del límite de explosión más bajo del GLP en el aire.

“Líquido”, una materia que, a 50° C, tiene una tensión de vapor de como máximo 300 kPa (3 bar) y que no es totalmente gaseosa a 20° C y 101,3 kPa, y que tiene un punto de fusión o un punto de fusión inicial igual o inferior a 20°C a una presión de 101,3 kPa, o es líquido según el método de prueba ASTM D 4359-90, o no es pastoso según los criterios aplicables a la prueba de determinación de la fluidez (prueba de penetrómetro).

NOTA: Se considera como transporte en estado líquido en el sentido de las disposiciones para las cisternas: - el transporte de líquidos según la definición anterior; - el transporte de materias sólidas transportadas en estado fundido.



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

“Límite elástico”: límite elástico superior ReH o, para los aceros que no presentan un límite determinado (elongación no proporcional), el 0,2% del límite convencional de elasticidad.

### M

"Manual de Pruebas y de Criterios", la quinta edición revisada de la publicación de naciones Unidas titulada "Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de Pruebas y Criterios (ST/SG/AC.10/11/Rev.5 modificado por el documento ST/SG/AC.10/11/Rev.5)/Amemd.1.

"Masa máxima bruta admisible"

Es la tara de la cisterna y la carga más pesada cuyo transporte está autorizado.

"Masa neta máxima", la máxima masa del contenido de un envase único o masa combinada máxima de los envases interiores y de su contenido, expresado en kilogramos.

“Medios de transporte”, para el transporte por carretera o ferrocarril, un vehículo o un vagón.

"Mercancías peligrosas", las materias y objetos cuyo transporte está prohibido según el ADR o autorizado únicamente en las condiciones que éste prevé.

“Miembro de la tripulación”, es el conductor y cualquier otra persona que acompañe al conductor por razones de seguridad, protección ciudadana, formación o explotación.

### N

"Nombre técnico", un nombre químico reconocido, en su caso un nombre biológico reconocido, o cualquier nombre que se suele emplear en los manuales, publicaciones periódicas y textos científicos y técnicos).

"Número ONU" o "Nº ONU", el número de identificación de cuatro cifras de las materias u objetos extraído del Reglamento Tipo de la ONU.

### O

“Organismo de control” un organismo independiente de control y ensayos, homologado por la autoridad competente.

“Organismo notificado/designado”: Organismo de ensayos y certificación aprobado por una autoridad competente.



**P**

“Pantalla solar”: Pantalla que cubre más de un tercio de la parte superior pero menos de la mitad superior de la superficie de la envolvente, y separada de ésta una distancia de al menos 40 mm, dejando un espacio ventilado.

“Persona competente”: Persona que, por la combinación de cualificación, formación, experiencia y recursos apropiados puede realizar juicios objetivos sobre el tema.

“Pozo termométrico” alojamiento fijado permanentemente al recipiente a presión/tubería destinado a contener el indicador de temperatura.

"Presión de cálculo", una presión ficticia como mínimo igual a la presión de prueba, 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.

“Presión estabilizada”, la presión alcanzada por el contenido de un recipiente a presión en equilibrio térmico y de difusión.

"Presión máxima de servicio" (presión manométrica), el más alto de los tres valores siguientes:

- a) valor máximo de la presión efectiva autorizada en la cisterna durante una operación de llenado (presión máxima autorizada de llenado).
- b) valor máximo de la presión efectiva autorizada en la cisterna durante una operación de vaciado (presión máxima autorizada de vaciado).
- c) presión manométrica efectiva a que está sometido por su contenido (incluidos los gases extraños que pueda contener) a la temperatura máxima de servicio.



Salvo condiciones particulares, el valor numérico de esta presión de servicio (presión manométrica) no debe ser inferior a la tensión de vapor de la materia de llenado a 50°C (presión absoluta). Para las cisternas provistas de válvulas de seguridad (con o sin disco de ruptura), la presión máxima de servicio con excepción de las cisternas destinadas al transporte de gases de la clase 2, comprimidos, licuados o disueltos, (presión manométrica) es sin embargo igual a la presión prescrita para el funcionamiento de estas válvulas de seguridad.

"Prueba de estanqueidad", una prueba de la estanqueidad de una cisterna, de un envase o de un GRG (IBC), así como del equipo o de los dispositivos de cierre.

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

## **R**

"Reacción peligrosa":

- a) una combustión o un desprendimiento de calor considerable.
- b) la emanación de gases inflamables, asfixiantes, comburentes o tóxicos.
- c) la formación de materias corrosivas.
- d) la formación de materias inestables.
- e) una elevación peligrosa de la presión (sólo para las cisternas).

"Recipiente", recinto de retención destinado a recibir o a contener materias u objetos, comprendidos los medios de cierre cualesquiera que sean. Esta definición no se aplica a los depósitos.

"Recipiente a presión" un término genérico que incluye botellas, tubos, bidones a presión, recipientes criogénicos cerrados, dispositivos de almacenamiento de hidruro metálico, bloques de botellas o un recipiente a presión de socorro.

"Recipiente a presión de socorro", un recipiente a presión, con una capacidad de agua no superior a 1.000 litros en el que uno o más recipientes a presión dañados, defectuosos, presentando fugas o no conformes, son colocados para el transporte con el propósito de, por ejemplo, su recuperación o eliminación.

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



"Reglamento tipo de la ONU", el Reglamento tipo anejo a la decimoséptima edición revisada de las Recomendaciones referentes al transporte de mercancías peligrosas publicada por la Organización de las Naciones Unidas.

“Reparación” corrección de un defecto susceptible de alterar la seguridad del recipiente o del equipo. No se incluyen las operaciones de servicio y de mantenimiento habituales del recipiente o de los equipos de servicio, o la sustitución de las juntas o de los equipos de servicio que cumplan con la misma especificación.

“Residuos” o “Desechos”, materias, disoluciones, mezclas u objetos que no pueden ser utilizados tal cual, pero que son transportados para ser retirados, depositados en un vertedero o eliminados por incineración o por otro método.

#### S

“Sistema de cierre principal” válvula o serie de válvulas conectadas al recipiente a presión que proporcionan un método de cierre del caudal desde el recipiente a presión.

“Solicitante” en el caso de evaluación de conformidad, el fabricante o su representante autorizado en un país parte contratante. En el caso de controles periódicos, de controles intermedios y de controles excepcionales, el laboratorio de ensayos, el operador o su representante autorizado en el país que sea Parte contratante.

#### T

"Temperatura crítica":

- a) la temperatura a la que deben aplicarse procedimientos cuando hay fallos del sistema de regulación de temperatura.
- b) en el sentido de las disposiciones relativas a los gases, la temperatura por encima de la cual una materia no puede existir en estado líquido.

"Transporte", el cambio de lugar de las mercancías peligrosas, incluidas las paradas necesarias para las condiciones de transporte, incluida la estancia de las mercancías peligrosas en los vehículos, cisternas y contenedores necesaria por las condiciones de tráfico antes, durante y después del cambio de lugar.

Esta definición engloba también la estancia temporal intermedia de las mercancías peligrosas con finalidades de cambio de modo o de medio de transporte (trasbordo). Ello se aplica a condición de que la carta de porte donde se indican el lugar de envío y el lugar de recepción sea presentada a



demanda y con la condición de que los bultos y las cisternas no sean abiertos durante la estancia intermedia, excepto con fines de control por parte de las autoridades competentes.

"Transportista", la empresa que efectúa el transporte con o sin contrato de transporte.

"Tubería" recinto a presión utilizado para el transporte de GLP, que está constituido por tubos, accesorios de los tubos, válvulas y otros accesorios.

"Tubo", recipiente a presión transportable, sin soldaduras, de una capacidad superior a 150 litros y no superior a 3.000 litros.

## U

"Unidad de transporte", un vehículo a motor al que no se engancha ningún remolque o un conjunto constituido por un vehículo a motor y el remolque o semirremolque unido al mismo.

"Unidad de carga de transporte", un vehículo, un contenedor, un contenedor cisterna, una cisterna portátil o un CGEM.

## V

"Válvula antirretorno" válvula diseñada para cerrarse automáticamente con el fin de impedir el retroceso de caudal.

"Válvula de corte" válvula que proporciona un cierre estanco y que se opera manualmente, por control remoto o por autocierre.

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

"Válvula de exceso de flujo" Válvula diseñada para cerrarse automáticamente, con un pequeño flujo residual, cuando el caudal de fluido que pasa a través de él sobrepasa un valor predeterminado, y para abrirse nuevamente cuando la presión diferencial a través de la válvula se ha restablecido por debajo de un valor fijado.

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



“Válvula de seguridad hidrostática o válvula de seguridad termostática” válvula con auto cierre que automáticamente, sin la asistencia de ninguna energía que no sea la del fluido correspondiente, descarga fluido a una presión determinada.

“Vehículo batería”, vehículo que incluye elementos unidos entre ellos por una tubería colectora y montados de manera permanente a este vehículo. Los siguientes elementos son considerados elementos de un vehículo batería: las botellas, los tubos, los bidones a presión o botellones y los bloques de botellas, así como las cisternas con una capacidad superior a 450 litros para los gases.

"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.

#### **I.4. Caracterización de la cisterna.**

##### **1.4.1. Diseño del Depósito.**

Según la norma 12493:2008 “Equipos y accesorios para GLP” “Tanques de acero soldado para gases licuados del petróleo (GLP)” “Diseño y fabricación de camiones cisterna”.

Esta norma especifica los requisitos mínimos para los materiales, el diseño, la construcción y la ejecución, así como los ensayos de los depósitos soldados de GLP de los camiones cisterna, y sus accesorios soldados, construidos con acero al carbono, al carbono/manganeso, y microaleado. No existe límite superior de tamaño, ya que éste viene determinado por la limitación del peso máximo del vehículo.  
Esta norma no cubre los depósitos para contenedores.

##### **I.4.1.1. Producto a contener.**

El depósito está diseñado para contener “Butano” (número ONU 1011) que pertenece a la clase 2, código de clasificación 2F.

Ficha técnica de seguridad del producto.





## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

### DATOS GENERALES DEL PRODUCTO

<b>Nombre Químico:</b> Butano	<b>Nombre Comercial:</b> n Butano	<b>Sinónimos:</b> n Butano, Etil-Metil-Metano
<b>Fórmula:</b> C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	<b>Familia Química:</b> Hidrocarburo Saturado, Parafínico o Alifático.	<b>Información relevante:</b> Gas inflamable y asfixiante.

### IDENTIFICACION DEL PRODUCTO

<b>Número ONU:</b> 1011	<b>LMPE-PPT(s):</b> 800 ppm (1,900 mg/m <sup>3</sup> )
-------------------------	--

### PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS DEL PRODUCTO

<b>Temperatura de Ebullición:</b> 272.6 5 K (-0.5 °C) a @ 101.325 kPa	<b>Temperatura de Fusión:</b> 134.8 6 K (-138.3 °C) a 0.00076 kPa	<b>Temperatura de Inflamación:</b> 199.3 5 K (-73.8 °C) (23)	<b>Temperatura de Autoignición:</b> 703.1 5 K (430 °C)
<b>Densidad:</b> 2.544 kg/m <sup>3</sup> a 101.325 kPa ; 20 °C	<b>pH:</b> NA	<b>Peso Molecular:</b> 58.124 g/mol	<b>Estado Físico:</b> Gas
<b>Color:</b> Incoloro	<b>Olor:</b> Inodoro	<b>Velocidad de evaporación:</b> NA	<b>Solubilidad en Agua:</b> 3.147 cm <sup>3</sup> / 100 cm <sup>3</sup> Agua a 101.325 kPa ; 0 °C
<b>Presión de Vapor:</b> 213.7 kPa @ 294.25 K (21.1 °C)	<b>Porcentaje de Volatilidad:</b> NA	<b>Límite Superior de Inflamabilidad / Volatilidad:</b> 8,4%	<b>Límite Inferior de Inflamabilidad / Volatilidad:</b> 1,8%

#### I.4.1.2.Grado de llenado.

Para las materias inflamables que no presenten otros peligros (por ejemplo toxicidad, corrosividad), cargadas en cisternas provistas de dispositivos de respiración o de válvulas de seguridad (incluso si éstas están precedidas por un disco de ruptura):



$$\text{grado de llenado} = \frac{100}{1 + \alpha(50 - t_F)} \% \text{ de la capacidad}$$

Donde en estas fórmulas, “alfa” 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.

“Alfa” se calcula:

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

Siendo d15 y d50 las densidades del líquido a 15 °C y 50 °C, y tF la temperatura media del líquido en el momento del llenado.

Donde d15 es 583,62 Kg/m<sup>3</sup>, d50 es 541,83 Kg/m<sup>3</sup> y por tanto “alfa” es igual a 0,00220364. Tomando “tF” igual a 25°C, el grado de llenado nos da un valor del 94,778%.

#### **I.4.1.3. Tipo de depósito.**

El depósito es cilíndrico con fondo toroidal.

##### **I.4.1.2.1. Caracterización de depósito.**

Dicha caracterización viene correctamente definida en el apartado de planos que más adelante se muestra.

##### **I.4.1.2.2. Código Cisterna.**

Según la codificación citada en el ADR, tenemos que en la parte 1, “tipos de cisternas” el código es el “P” cisterna, vehículo batería o CGEM para gases licuados o disueltos; en la parte 2 “presión de cálculo” el código es “10bar”, valor cifrado de la presión mínima de prueba pertinente según el cuadro descrito en el ADR; en la parte 3 “Aberturas” el código es “B” cisterna con aberturas de llenado o de vaciado por el fondo con 3 cierres, o vehículo batería o CGEM con aberturas por debajo del nivel del líquido o para gases comprimidos y en la parte 4 “Válvulas/dispositivos de seguridad” “H” cisterna, vehículo batería o CGEM cerrado herméticamente.



#### **I.4.1.4.Especificaciones del depósito.**

##### **I.4.1.4.1.Dimensionamiento.**

El dimensionado de la cisterna es longitud de 15 metros, diámetro de 3,2 metros con un espesor de envoltante de 6,5 mm y de 11 mm. Teniendo una capacidad de llenado útil de 52 metros cúbicos.

##### **I.4.1.4.2.Materiales.**

El acero utilizado es el P275NH, según la norma “En 10028-3”.

La composición es en tanto por ciento:

Material	P275NH
Carbono (C) máx.	0.16
Manganeso (Mn).	Entre 0.8 y 1.5
Azufre (S) máx.	0.015
Molibdeno (Mo) máx.	0.08
Niobio (Nb) máx.	0.05
Vanadio (V) máx.	0.05
Aluminio (Al) mín.	0.02
Silicio (Si) máx.	0.4
Cromo (Cr) máx.	0.3
Níquel (Ni) máx.	0.5
Titanio (Ti) máx.	0.3
Nitrógeno (N) máx.	0.012
Cobre (Cu) máx.	0.3
Fosforo (P) máx.	0.025

Las cantidades combinadas de niobio, titanio y vanadio deberán ser de 0,05% máx.



#### **I.4.1.4.3.Presiones.**

Según la normativa citada anteriormente, en la cual se cita el proceso de diseño de “Diseño y fabricación de camiones cisterna” se obtiene la presión de diseño mediante la expresión:

$$p = \frac{P_d}{1,2}$$

Donde “Pd”, presión de diseño, se encuentra en el ADR, para el número ONU 1011 y es igual a 10bar. Por tanto para la norma utilizada se utiliza un factor de correlación “P” y es igual a 8,3333bar.

Y la presión de servicio máxima autorizada para la cisterna con parasol es de 7bar.

La presión hidráulica de prueba según la normativa ha de ser 1,3 veces la presión de prueba, es decir 10,8333bar.

#### **I.4.1.5.Estructura y elementos del depósito.**

##### **I.4.1.5.1.Elementos estructurales.**

Los elementos estructurales son los tirantes de fijación que unen el depósito al chasis del camión. Estos tirantes según la norma “UNE-EN 12252 Equipos y accesorios para GLP.

Equipamiento de camiones cisterna para GLP” tienen la función de unir la cisterna al chasis.

Para las cisternas destinadas al transporte de otras materias, existirá protección contra daños cuándo:

1. Para los depósitos de sección circular, o elíptica con un radio de curvatura máximo que no supere 2 m., el depósito se proveerá de refuerzos formados por mamparos, rompeolas, o de anillos exteriores o interiores, dispuestos de tal modo que, al menos, se cumpla una de las siguientes condiciones:

- Que la separación entre dos refuerzos adyacentes no sea superior a 1,75 m.
- Que el volumen comprendido entre dos mamparos o rompeolas no supere los 7.500 litros La sección recta de un anillo, con la parte de



virola asociada, tendrá un módulo de inercia, como mínimo, igual a 10 cm<sup>3</sup>. Los anillos exteriores no tendrán ninguna arista viva de radio inferior a 2,5 mm. El espesor de los mamparos y rompeolas no será, en ningún caso, inferior al del depósito.

#### **I.4.1.5.2. Protecciones.**

Según el ADR nos indica:

##### **Aprobación del tipo (TA):**

**-TA4** Los procedimientos de evaluación de la conformidad deberán ser aplicados por la autoridad competente, su representante o el organismo de control conforme y acreditados según la norma EN ISO/IEC 17020:2004 tipo A.

##### **Pruebas (TT):**

**TT9** Para inspecciones y pruebas (incluyendo la vigilancia de la fabricación) los procedimientos recogidos deberán ser aplicados por parte de la autoridad competente, su representante o el organismo de control y acreditados según la norma EN ISO/IEC 17020:2004 tipo A.

#### **I.4.1.5.3. Aislamiento de la cisterna.**

Dispone de una pantalla solar cuya función es proteger la cisterna en su parte superior de la incidencia directa de los rayos del Sol.

#### **I.4.1.5.4. Contra vuelcos.**

Protección de los órganos situados en la parte superior de la cisterna estarán protegidos contra los 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.

#### **I.4.1.5.5. Orificios de llenado.**

Los orificios de llenado, vaciado y aireación en la virola o en los fondos de los bidones con tapa fija (1B1) no tendrán más de 7 cm de diámetro. Los



bidones provistos de orificios más anchos se considerarán como del tipo con tapa móvil (1B2). Los cierres de los orificios de la virola y de los fondos de los bidones estarán diseñados y realizados de manera que permanezcan bien cerrados y estancos en las condiciones normales de transporte. Las conexiones de los cierres se fijarán mediante soldadura y el cordón de soldadura formará una junta estanca. Los cierres estarán provistos de juntas o de otros elementos de estanqueidad, a menos que sean estancos por su propio diseño.

#### **I.4.2 Equipos de servicio.**

##### **I.4.2.1. Bocas de hombre.**

El conjunto de tapa de boca de hombre, sella la boca de hombre que da acceso al interior del compartimento de la cisterna para fabricación, limpieza e inspección y forma parte integrante de una función de carga, descarga o ventilación.

Utilizo una boca de hombre, usando la norma UNE-EN 1092, “Bridas y sus uniones”; “Bridas circulares para tuberías, grifería, accesorios, y piezas especiales, designación PN”; Parte 1: Bridas de acero.

##### **I.4.2.2. Sistemas de carga y descarga.**

###### Descripción de los Procesos de Carga y Descarga.

El proceso (carga o descarga) será totalmente automático prescindiendo de la posibilidad de realizar la operación en manual por motivos de seguridad, se trata de evitar lo máximo posible la intervención del hombre en el proceso.

Se dispone de un panel de control local, dispondrá de las principales indicaciones para el correcto funcionamiento de la instalación (pulsadores, indicadores luminosos, estado de los equipos de trasvase, posición correcta de las válvulas para realizar la carga o descarga de cisternas, toma de tierra y brazos correctamente conectados, presión, nivel y temperatura del tanque, etc.).



Inicialmente se deberá escoger la operación a realizar mediante el pulsador correspondiente, una vez se haya seleccionado se seguirán las instrucciones que nos indique el panel de control (conecte pinza de tierra, brazos... etc.) y comenzará la secuencia correspondiente, carga o descarga, cuando finalice el proceso se deberá seguir de nuevo las instrucciones que nos indique el panel de control (desconecte pinza de tierra, brazos... etc.).

### -Proceso de Descarga.

En este proceso los camiones son descargados y su contenido trasvasado al tanque de almacenamiento.

En primer lugar, se parará el motor del camión y se seleccionará la operación de descarga luego se realizará la puesta a tierra del mismo con una pinza de carga-descarga.

La descarga se realizará mediante la conexión de dos brazos de descarga al camión.

Uno de ellos pone en contacto las fases gaseosas del tanque y del camión y el segundo conecta las fases líquidas del tanque y del camión.

Se realiza la apertura de las válvulas automáticas del tanque tanto en la conducción de fase líquida como en la conducción de la fase gaseosa. A continuación se abren las válvulas tanto automáticas como manuales de las fases líquidas y gaseosa del camión cisterna y de los brazos de descarga.

Se pone en marcha el compresor de trasvase para extraer GLP de la fase gaseosa del tanque e impulsarlo hacia la fase gaseosa del camión.

Esto hace que el líquido contenido en el camión sea comprimido y conducido hacia el tanque.

El control de descarga se realizará a través de la báscula-puente sobre la cual está estacionado el camión, cuando el sistema detecte que no hay variación en el peso del camión se parará el proceso de descarga.

Finalizada la descarga, se parará el compresor de trasvase, se cerrarán todas las válvulas y se desconectarán los brazos de descarga.



-Proceso de Carga.

En este proceso se realizará el trasvase de líquido desde el tanque de almacenamiento hasta los camiones cisterna para su distribución.

En primer lugar, se parará el motor del camión y se seleccionará la operación de carga y luego se pondrá el camión a tierra mediante una pinza existente en el puesto de carga. La carga se realizará mediante la conexión del brazo líquido. Este brazo conecta la fase de gas del camión con la fase líquida del tanque.

Se abren las válvulas automáticas del tanque y las válvulas tanto automáticas como manuales del brazo de carga del camión.

Se pone en marcha la bomba de trasvase que aspira el líquido del tanque y lo impulsa hacia el camión.

A diferencia del caso de la descarga en que existían dos brazos, en este caso sólo existe uno, el brazo de fase líquido por el cual introduciremos el líquido que impulsa la bomba hasta la fase de gas del camión, el líquido se convertirá en gas al llegar a la cámara de gas de la cisterna y se comprimirá por la propia presión hasta convertirse otra vez en líquido.

El control de carga se realizará a través de un sensor de nivel que nos indicará el nivel máximo de llenado de las cisterna, cuando se llegue a este nivel el proceso de carga se detendrá. En la Fig. 5 se puede apreciar el diseño de los circuitos de carga y descarga.

El hecho de colocar un contenedor cisterna o una cisterna portátil sobre un vehículo será considerado como carga y el hecho de su retirada del vehículo será considerado como descarga.

A la llegada a los lugares de carga y descarga, comprendidos por las terminales de contenedores, el vehículo y su conductor, así como, el contenedor cisterna o cisterna portátil deberá satisfacer las disposiciones reglamentarias (especialmente en lo que concierne a la seguridad, la protección, la limpieza y el buen funcionamiento de los equipos, utilizados durante la carga y descarga).

Salvo disposiciones contrarias del ADR, la carga no deberá efectuarse sin asegurarse: un control de los documentos y un examen visual del vehículo, contenedor cisterna o cisterna portátil, así como de sus equipos utilizados durante la carga y la descarga,





## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

que el vehículo, el conductor, contenedor cisterna o cisterna portátil o sus equipos utilizados durante la carga y la descarga cumplen las disposiciones reglamentarias. El interior y el exterior de un vehículo o contenedor deben ser inspeccionados antes de la carga, con el fin de asegurar la ausencia de todo desperfecto susceptible de afectar su integridad.

La descarga no deberá efectuarse si los mismos controles anteriores manifiestan faltas que puedan poner en peligro la seguridad o la protección de la descarga.

Según las disposiciones especiales de conformidad determinadas como mercancías peligrosas no deberán expedirse más que como cargamento completo. Por este motivo las autoridades competentes pueden exigir que el vehículo o el gran contenedor utilizado para el transporte sea cargado en un solo lugar y descargado en un solo lugar.

Después de la descarga de un vehículo o contenedor que haya contenido mercancías peligrosas. Si la limpieza no puede realizarse en el mismo lugar, el vehículo o contenedor deberá transportarse, en condiciones de seguridad adecuadas, al lugar apropiado más próximo donde pueda realizarse la limpieza. Las condiciones de seguridad se consideran adecuadas si se han adoptado medidas apropiadas para impedir una pérdida incontrolada de las mercancías peligrosas que se hayan escapado.

Los vehículos o contenedores que hayan contenido mercancías peligrosas a granel deberán, antes de proceder a cargarlos de nuevo, someterse a una limpieza adecuada, a menos que la nueva carga esté compuesta por la misma mercancía peligrosa que la carga precedente.

Durante la manipulación se prohíbe fumar cerca de los vehículos o contenedores y dentro de los mismos.

Cuando se trate de gases inflamables, líquidos que tienen un punto de inflamación igual o inferior a 60 °C, se debe realizar, antes del llenado o del vaciado de las cisternas, una buena conexión eléctrica entre el chasis del vehículo, la cisterna portátil o el contenedor cisterna y la tierra. Además, se limitará la velocidad de llenado.



### **I.4.2.3. Válvulas.**

#### **I.4.2.3.1. Válvula de fondo, “Fisher” o “Rego”.**

El diámetro de la válvula es de 3 ", la válvula puede ser accionada manualmente por cable o neumáticamente. Esta válvula va unida directamente al fondo del depósito por tanto es la primera en ser accionada en el proceso de carga y descarga.

Siendo el funcionamiento de la válvula, mostrándose la misma cerrada sin fugas por presión y el resorte de cierre de la válvula. El accionamiento del mango operativo no solo abre la válvula, sino que permite que la presión se iguale entre la entrada y salida de la válvula por el rápido traspaso del producto. Esto iguala la presión luego permite que la válvula se abra a través del resorte interno. La válvula se abre moviendo la palanca a punto medio, esta posición permite que el accionador se posicione perfectamente con la apertura piloto, permitiendo la salida del producto aguas abajo en comparación con que si el tirador estuviera completamente abierto.

En pocos segundos, el tanque y la presión aguas abajo será casi idéntica. El resorte de exceso de flujo empujará el cono principal a la posición correcta, y posteriormente el mango ha de ser posicionado a la posición correcta, abierto completamente.

Si en el primer paso, el mango se mueve rápidamente a la posición de apertura completa, la válvula piloto permite una pequeña cantidad de purga aguas abajo, pero mucho menos que durante sangrado rápido. Esto nos implica que se origina un aumento de presión más brusco y en un menor tiempo, lo que es negativo para la válvula.

Cuando la palanca de operación se mueve a la posición cerrada, la válvula se cierra y se vuelve a establecer un sello a prueba de fugas.

A la hora de operar con la válvula se han de tener en cuenta una serie de consideraciones:

1. La válvula debe abrirse antes de arrancar la bomba y antes de abrir válvula de salida de la bomba.



2. Dejar sistema de bombeo un poco drenado para evitar la desecación de los sellos y de reducir el tiempo de apertura.
3. Cuando la tubería este seca la presión será más baja que la de la cisterna, por tanto se deberá mantener la válvula abierta en posición intermedia durante unos segundos para permitir que las presiones se igualen antes de abrir completamente la manija de la válvula.
4. Las sobrecargas de caudal pueden cerrar la válvula integrada de exceso de flujo y esto debe ser evitado. Si se cierra de golpe la válvula de cierre, se ha de detener inmediatamente la bomba.
5. Siempre se tiene que mantener la válvula cerrada excepto durante la transferencia del producto.
6. Se tienen que abrir completamente todas las válvulas durante el bombeo. Y parcialmente cerrada la válvula de bola.
7. Todo el personal debe estar al tanto de las ubicaciones de cierre a distancia y su funcionamiento en caso de emergencia.

Esta válvula tiene un “Sistema de Control de Cable”. El sistema de control por cable empleado debe cumplir con los requisitos normativos.

#### **I.4.2.3.2. Válvula de bola o de corte.**

Las válvulas de bola se utilizan en todos los sistemas donde un punto de cierre es deseable aislar una sección del sistema de tuberías de abastecimiento de combustible. Esta válvula está fabricada con componentes de latón forjado y cuenta con un brazo para abrir y cerrar con un mango de un cuarto de vuelta rápida para accionarla de manera manual, permitiendo así un fácil cierre abajo de la AST o sistema UST.

#### **I.4.2.3.2. Válvula de seguridad.**

Está diseñada específicamente para su uso como una válvula de alivio primaria para el transporte en camiones de reparto con acoplamiento de 3" NPT. La función de la válvula de seguridad es abrir un poco para aliviar la



presión en exceso de la cisterna de forma moderada. Cuando la presión aumenta más allá de un punto predeterminado, la válvula está diseñada para abrirse y descargar reduciéndose el exceso de presión rápidamente. Esta válvula en concreto posee una cierta ventaja con respecto a otras, válvulas de seguridad, y es que se abre gradualmente en toda su área, permitiendo que la presión excesiva antes de la válvula de alivio este completamente regulada.

#### **I.4.2.4. Hermeticidad o ventilación.**

La cisterna tiene que ser totalmente hermética para poder mantener la presión deseada para el compuesto.

#### **I.4.2.5. Seguridades.**

##### **I.4.2.5.1. Conexiones seguridad equipotencial: interior y exterior.**

Existirá una conexión a tierra para descargar la electricidad estática. Dicha conexión se realizará mediante una pinza de puesta a tierra. El conjunto de la pinza deberá ser revisado periódicamente para revisar su continuidad eléctrica y el buen estado del revestimiento aislante del cable.

La pinza se sujetará a una borna de puesta a tierra, la cual sirve para descargar la electricidad estática procedente de la cisterna.

#### **I.4.2.6. Componentes auxiliares.**

##### **I.4.2.6.1. Manómetro.**

Indica la presión existente dentro de la cisterna.

El manómetro utilizado está especialmente diseñado en un tamaño y construcción especial para la sustancia contenida.

Este manómetro tiene una conexión de 1/4 "NPT M.



#### **I.4.2.6.2. Detector o indicador de nivel.**

El indicador de nivel está diseñado para proporcionar la determinación exacta del gas o contenido de la cisterna. Se montan en un acoplamiento estándar de 1 " NPT.

Para operar con el indicador de nivel, se abre la válvula de ventilación y se hace girar lentamente el tubo, el cual está dentro de la cisterna lentamente, de esta manera se puede comprobar la diferencia de fases del producto, fase líquida y fase gaseosa. La diferencia en la apariencia de la descarga indica cuando el líquido alcanza el nivel. De las lecturas indicadas en dicho indicador de nivel al operar del modo anteriormente descrito se puede conocer el porcentaje de producto en el interior de la cisterna.

#### **I.4.2.6.3. Termómetro.**

Nos indica la temperatura en el interior de la cisterna. Puede estar ubicado en la boca hombre o en otro lugar de la cisterna. Nos es obligatorio que la cisterna esté equipada con un termómetro.

#### **I.4.2.7. Equipamiento eléctrico.**

La instalación eléctrica, en su conjunto, deberá satisfacer una serie de disposiciones.

##### **I.4.2.7.1. Canalizaciones.**

Las instalaciones se deberán calcular por exceso para evitar recalentamientos. Deberán estar aisladas convenientemente y 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 arranque del 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;

Los circuitos sin proteger antes mencionados deberán tener la menor longitud posible.

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

#### **I.4.2.7.2.Desconector de baterías.**

Deberá montarse, lo más próximo posible a la batería, un interruptor que permita cortar los circuitos eléctricos. Si se utiliza un interruptor monopolar, deberá colocarse en el cable de alimentación y no en el cable de tierra. En la cabina de conducción, se deberá instalar un dispositivo de mando para la apertura y cierre del interruptor. Deberá ser de fácil acceso para el conductor y estar claramente señalado. Estará equipado, bien de una tapa de protección, de un mando de movimiento complejo, o de cualquier otro dispositivo que evite su puesta en funcionamiento involuntaria. Se podrán instalar dispositivos de mando adicionales a condición de que estén claramente identificados por una señal y protegidos contra una maniobra intempestiva. Si el o los dispositivos de mando se accionan eléctricamente, sus circuitos están sometidos al término: “Circuitos con alimentación permanente”.

El interruptor deberá colocarse dentro de un cajetín con un grado de protección IP65 conforme a la norma CEI 529.

Las conexiones eléctricas en el interruptor deberán tener un grado de protección IP54. Sin embargo, ello no será exigible si las conexiones se albergan en un cofre, que podrá ser el cofre de las baterías, bastando en tal caso proteger estas conexiones contra los cortocircuitos por medio, por ejemplo, de una tapa de goma.



#### **I.4.2.7.3. Baterías.**

Los bornes de las baterías deberán estar aislados eléctricamente o cubiertos por la tapa del cofre de la batería. Si las baterías estuvieran situadas en otra parte que no fuera bajo el capó del motor, deberán estar fijadas en un cofre de baterías ventilado.

#### **I.4.2.7.4. Circuitos con alimentación permanente.**

- Las partes de la instalación eléctrica, incluyendo los cables, que deberán permanecer en tensión cuando el desconectador de baterías esté abierto, deberán ser de características apropiadas para su utilización en una zona peligrosa. Este equipamiento deberá satisfacer las disposiciones generales de la norma CEI 60079, partes 0 y 141 y las disposiciones adicionales aplicables de la norma CEI 60079, partes 1, 2, 5, 6, 7, 11, 15 o 182.
- Para la aplicación de la norma CEI 60079, parte 141, se deberá aplicar la siguiente clasificación: El equipamiento eléctrico permanentemente en tensión, incluyendo los cables, deberá cumplir las disposiciones aplicables a la zona 1 para el equipamiento eléctrico en general o las disposiciones aplicables a la zona 2 para el equipamiento eléctrico ubicado en la cabina del conductor. Deberá responder a las disposiciones aplicables al grupo de explosión IIC, clase de temperatura T6. No obstante, para el equipo eléctrico sometido a tensión permanente situado en un medio ambiente en el que la temperatura engendrada por el material no eléctrico situado en ese mismo medio ambiente sobrepase los límites de temperatura T6, la clase de temperatura del equipo eléctrico sometido a tensión permanente deberá ser al menos la de la clase T4.
- Los cables de alimentación del equipamiento eléctrico permanentemente en tensión deben, bien ser conformes con las disposiciones de la norma CEI 60079, parte 7 automático colocado lo más cerca posible a la fuente de tensión, o bien, en el caso de seguridad colocada lo más cerca posible a la fuente de tensión.

Las conexiones en derivación en el desconectador de baterías para el equipamiento eléctrico que deba permanecer bajo tensión, cuando se abra el desconectador de baterías, deberán estar protegidas contra una



sobrecarga, por un medio apropiado tal como un fusible, un cortocircuito o un dispositivo de seguridad (limitador de corriente).

#### **I.4.2.7.5. Disposiciones aplicables a la parte de la instalación eléctrica colocada en la parte posterior de la cabina de conducción.**

El conjunto de esta instalación deberá diseñarse, ejecutarse y estar protegida de modo que no pueda provocar inflamaciones ni cortocircuitos, en las condiciones normales de utilización de los vehículos y minimizar tales riesgos en caso de choque o deformación. En particular las canalizaciones situadas en la parte posterior de la cabina de conducción deberán estar protegidas contra los choques, la abrasión y el rozamiento durante la utilización normal del vehículo. No obstante, los cables sensores de los dispositivos de frenado antibloqueo no necesitarán una protección suplementaria.

#### **I.4.2.8. Estudio de la electricidad estática en la cisterna.**

La electricidad estática constituye un desequilibrio transitorio en la distribución de cargas por transferencia entre la superficie de dos elementos o medios suficientemente próximos, con la creación de un campo eléctrico y una diferencia de potencial que pueden alcanzar valores muy elevados.

Cuando dos elementos con carga de igual valor y signo contrario se encuentran separados por un medio aislante, entre los que se encuentra el aire, puede establecerse, de existir una vía conductora, una descarga disruptiva con liberación de energía. Tales descargas también se producen entre un cuerpo cargado eléctricamente y otro cuerpo próximo exento de cargas pero conectado eléctricamente a tierra. Al disminuir la distancia, también resulta menor la tensión precisa para que se opere la descarga disruptiva. La energía liberada al producirse la chispa es el parámetro determinante en la peligrosidad de la chispa.

El mecanismo de carga de los líquidos en circulación, considerados como electrolitos débiles, obedece a la teoría de la "doble capa eléctrica", según la cual los iones de un determinado signo son absorbidos preferentemente por la superficie del sólido que los contiene, formándose, consecuentemente, una capa de determinada polaridad, sobre la que se deposita una segunda capa de





iones de carga opuesta. Por otra parte, la densidad de carga del líquido decrece al aumentar la distancia a la pared del contenedor.

Una descarga electrostática es capaz de causar una ignición, siempre y cuando la energía liberada sea mayor que la energía mínima de ignición de la mezcla combustible presente en ese momento.

A su vez, para que una mezcla (gas/aire o vapor/aire) se inflame, no sólo la relación de la concentración del material inflamable frente a la concentración de aire (oxígeno) debe encontrarse dentro de los límites de inflamabilidad, sino que sólo será susceptible de ignición si la temperatura del líquido del que emana supera el punto de inflamación. Especial atención debe prestarse, no obstante, a los aerosoles en los que las pequeñas gotas pueden incrementar muy rápidamente su temperatura, superando el punto de inflamación, debido a su baja capacidad calorífica.

En general, la probabilidad de que se den simultáneamente una atmósfera explosiva y una descarga con liberación suficiente de energía como para causar una ignición, es relativamente baja. Por ello, no resulta raro constatar la existencia de operaciones con riesgo de cargas electrostáticas que llevan realizándose indefinidamente sin que hayan surgido incidentes.

Las conexiones equipotenciales y puestas a tierra se ponen, una vez conseguido el control apropiado sobre la generación y acumulación de cargas electrostáticas, se hace necesario crear las condiciones precisas para que las cargas que se puedan formar sean fácilmente eliminadas. Ello se consigue mediante la interconexión de todas las superficies conductoras, estando a su vez el conjunto conectado a tierra. La conexión englobaría a los compartimentos objeto de trasvase y al equipo de bombeo y sus conducciones. La conexión debe hacerse antes de proceder a la carga, debiendo mantenerse hasta en tanto no se haya cerrado aquélla, una vez completada la carga.

De esta forma, la unión equipotencial impedirá cualquier crecimiento de los potenciales electrostáticos entre la manguera de carga y compartimento, eliminándose la posibilidad de destello en las proximidades de la zona de carga.

Los cables de conexión pueden ser aislados o no. El uso de estos últimos permite visualizar la continuidad eléctrica. En el caso de utilizar los aislados se precisa de una comprobación que constate su continuidad. Estos registros,



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

en modalidad de continuo, operan en conjunción con señales luminosas o de parpadeo, impidiendo la selección y puesta en marcha de los grupos de bombeo ante deficiencias de un contacto idóneo.

En caso de que el recipiente esté muy aislado de tierra, los camiones cisterna, por ejemplo la carga de la superficie líquida atrae una carga igual de signo contrario hacia el interior del recipiente, dejando una carga igual a la del líquido en la pared exterior de la cisterna suponiendo que ésta sea metálica. Es entonces factible que se produzca una descarga electrostática por chispa, por ejemplo entre la boca del recipiente y la tubería de llenado o cualquier otro elemento metálico conectado eléctricamente a tierra, como un medidor de nivel o un muestreador de líquido que se introduzca por dicha boca, generando una situación de alto riesgo al ser posiblemente en tal zona la atmósfera inflamable.

También se ha de tener en cuenta, las cargas electrostáticas de las personas. Las personas pueden acumular también cargas tanto por su movimiento y contacto con el medio exterior como por la influencia de campos eléctricos a los que estén expuestos. Dicho contacto puede producir la transmisión de cargas electrostáticas a las personas, así como también puede hacerlo la proximidad a objetos cargados eléctricamente. La acumulación de cargas también depende en gran medida de las características físicas de las personas y también siendo un factor influyente, la humedad ambiental. El cuerpo humano es considerado un buen conductor de la electricidad, aunque su vestimenta puede ser un factor negativo que facilite la acumulación de cargas, debido a la baja conductividad de la misma. Así, por ejemplo, la ropa de fibras sintéticas y el uso de guantes o calzado aislante, es contraproducente cuando exista tal riesgo en atmósferas inflamables. El aislamiento de la persona del suelo por usar suelas de material no conductor o estar situada sobre pavimento no conductor es la condición necesaria para que ésta pueda acumular cargas electrostáticas considerables.

En conclusión la descarga disruptiva entre un operario aislado de tierra y un cuerpo conductor es muy peligrosa debido a la energía que puede aportar. Aunque en ningún caso tal situación conlleva un riesgo de electrocución ya que la intensidad de la corriente que se genera es bajísima, y la única sensación que producirá será la de una ligera sacudida.

Debido a todos los inconvenientes y riesgos que puede producir la electricidad estática son necesarias unas medidas de prevención y de



protección ya que como se ha mencionado, la generación de electricidad estática en el trasvase de muchos líquidos inflamables es inevitable. Se distinguirá entre las medidas preventivas, que tienen por objeto evitar la existencia de atmósferas inflamables y controlar que la generación de cargas sea lo más baja posible, de aquellas otras medidas que denominaremos de protección que tienen por objeto controlar las descargas disruptivas, a fin de evitar que éstas se produzcan o bien en caso de producirse que no sean peligrosas. En este grupo de medidas de protección se encuentran las que controlan la acumulación de cargas, facilitando su eliminación gradual sin chispas.

Entre las medidas de prevención se destacan: el control de atmósferas inflamables, el control de velocidad de flujo de líquidos y del sistema de llenado de recipientes, la instalación eléctrica y equipos protegidos y el control de impactos mecánicos y otros focos de ignición.

Y en cuanto a las medidas de protección: la interconexión equipotencial y puesta a tierra, el control de los tiempos de relajación, la ropa de trabajo del personal, el control de la humedad ambiental y procedimientos seguros de trabajo y el control de atmósferas inflamables.

La generación de electricidad estática y su acumulación en la actividad de carga y descarga de camiones cisterna, cuando se manipulan inflamables, admite varios orígenes.

Uno de ellos es el resultado de la filtración del producto a través de los diminutos orificios del filtro, operación que puede producir muy altos niveles de cargas y que requiere, para su disipación, un periodo de tiempo considerable.

Un segundo mecanismo es el producido por el movimiento del producto a través de los filtros de malla intercalados en los circuitos de manipulación (bridas con filtro), debiendo precisarse que con tamaños de orificio mayores de 300 micras existe poca probabilidad de que se generen situaciones peligrosas. De ahí que, en estos casos, el tiempo de relajación a que se hacía referencia pueda ser reducido, por ejemplo a 30 segundos. Sin embargo, cuando el orificio de malla disminuye, la generación de cargas podría acercarse, en ciertas circunstancias, a niveles considerables de riesgo. Tamaños de poro por debajo de las 150  $\mu\text{m}$  puede entrañar peligrosidad,



especialmente si se encuentran obturados, debiendo recurrirse al intervalo de disipación de cargas, al tiempo que se procede a la limpieza o sustitución de filtros cuando la presión llega a ser excesiva.

El tercer mecanismo de generación es el debido al simple movimiento del líquido a lo largo de la tubería, dependiendo la generación de cargas de la clase de producto y de su velocidad de circulación.

Para que una carga electrostática pueda constituir una fuente de ignición en el interior de un recinto vacío, deben concurrir las condiciones siguientes:

- Existencia de elementos generadores de cargas electrostáticas.
- Acumulación suficiente de cargas como para generar chispas.
- Presencia de una mezcla inflamable susceptible de ignición.

### **I.4.3.Remolque-vehículo.**

#### **I.4.3.1.Conformidad.**

Es un "Vehículo FL" según viene definido en el "ADR" como: un vehículo destinado al transporte de gases inflamables en cisternas fijas o desmontables con capacidad superior a 1 metro cúbico o en contenedores cisterna, en cisternas portátiles o CGEM con capacidad individual superior a 3 metros cúbicos.

Usamos el Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio, por el que se establecen las normas para aplicación de Directivas comunitarias relativas a la homologación de tipos de vehículos, remolques, semirremolques y sus partes y piezas.

#### **I.4.3.2.Homologación CEE.**

Es el procedimiento por el cual un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea hace constar que un tipo de vehículo se ajusta a las prescripciones técnicas establecidas en las Directivas específicas y ha pasado los controles y comprobaciones previstos en los correspondientes certificados de homologación establecidos en la Directiva 70/156/CEE para los vehículos automóviles y sus remolques.



**I.4.4.Unión cisterna-chasis.**

La unión del chasis con la cisterna se hará mediante soportes de fijación que van soldados a la cisterna y estos a su vez van unidos al chasis mediante unos pernos de sujeción. Posteriormente se verá con más detalle.

El chasis seleccionado es del fabricante “Prim-Ball” donde, en la tabla siguiente, se recogen las características:

Medidas Chasis (Largo):	15000 mm
Bastidor:	Bastidor aligerado para mejorar la tara de la unidad construido, en vigas ensambladas con perfilería especial y refuerzos en tren de rodaje.
Vigas:	Vigas maestras fabricadas con sistema de soldadura por arco sumergido, alma chapa y pasamanos de material de alta resistencia y totalmente soldados por ambos lados
King-Pin:	King-Pin de 2" desmontable por la parte inferior. Chapa de King-Pin antidesgaste de 8 mm.
Pies de Apoyo:	Dos pies de apoyo telescópicos y manuales de 2 velocidades. Carga estática 50 Ton. Capacidad de elevación 24 ton. Marcas Jost/Hacom
Paragolpes:	Paragolpes trasero homologado de tubo estructural
Acabado Trasera:	Soporte pilotos en acero inoxidable. Hueco entre vigas chasis en acero inoxidable.
<b>EJES</b>	
Número Ejes:	3 ejes reforzados
Disco/Tambor:	Frenos de disco
Opciones Ejes:	Con manejo desde cabina camión por electroválvula
<b>SUSPENSIÓN</b>	
Características Suspensión:	Neumática con válvula de variación de altura
Complemento de la suspensión:	Suspensión mecánica con ballesta parabólica
<b>NEUMATICOS</b>	
Número Neumáticos:	2 neumáticos por eje (rueda sencilla).



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

	Más un neumático más de repuesto
Medida:	Todas las medidas de neumático existente en el mercado
Marca:	Goodyear. ()
Tipo Llanta:	Aluminio
Guardabarros:	Independiente con faldilla antispray
<b>RUEDA REPUESTO</b>	
Tipo Soporte:	Manivela bajo chasis
Capacidad:	1 neumático
<b>FRENOS Y SISTEMA DE SEGURIDAD</b>	
Composición:	Homologada según directiva CEE. Cabezas de acoplamiento según normas ISO. Válvula correctora del frenado en función de la carga/ALB, relé de urgencia, cámaras/actuadores de freno, filtros de aire en ambos circuitos
ABS:	ABS 1 EJE
Marca Valvulería:	Haldex
<b>INSTALACION ELECTRICA</b>	
Especificaciones Eléctricas:	Cable PUR blindado, homologado para la obtención de certificado ADR, cumpliendo norma estanqueidad IP-68.
Componentes I.E.:	Luces laterales, luces de gálibo en paragolpes, 3ª luz de freno, indicador acústico marcha atrás.
<b>PINTURA</b>	
Proceso:	Granallado con aplicación posterior de dos capas de imprimación acrílica antioxidante y pintado con esmalte de dos componentes con resinas de alta calidad.
Color:	Azul

### I.4.5.Unión Camión- semirremolque.

El semirremolque se fija al camión mediante “King pin”, que hace de soporte de este elemento de unión entre el semirremolque y el camión, por lo que debe ser muy resistente a deformaciones. En la parte trasera del chasis se fijan los ejes, reforzando esa zona, ya que soportará la mayor parte del peso.



La unión entre el semirremolque y el camión se realiza mediante dos dispositivos de conexión. Uno es la "quinta rueda" que está montado en el bastidor trasero del camión. El otro es llamado el "King pin", que está situado en el extremo delantero del remolque de camión.

La quinta rueda sirve como un dispositivo de acoplamiento el cual acopla un camión tractor a un semirremolque. Una quinta rueda es un disco con una ranura en forma de "V" .Se fija al chasis horizontalmente por encima de los ejes traseros del camión tractor. La ranura en forma de "V" está situada en la parte trasera y contiene un dispositivo de bloqueo.

El King-pin es un componente de acoplamiento entre el semirremolque y el camión, que se encuentra debajo de la parte delantera del semirremolque y consistente en un bulón dispuesto en sentido vertical, que permite la articulación del acoplamiento.

El acoplamiento mecánico se efectúa alojando el King-pin en el centro de la quinta rueda y fijándolo por medio de unas mordazas dispuestas a tal efecto.

Para facilitar la maniobra de acoplamiento, la quinta rueda dispone de una garganta que orienta el King-pin hasta el centro de la misma.

Cuando se combina con el "King-pin", la quinta rueda permite que el semirremolque pueda girar en el punto donde se unen. El accesorio de rotación permite que el conjunto camión semirremolque pueda hacer giros y proporciona estabilidad y maniobrabilidad en la carretera.

### **I.5.Marcado.**

Según se establece en el A.D.R. todas las cisternas llevarán 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.

Las placa de la cisterna, para cisternas fijas (vehículos cisterna) y cisternas desmontables deben llevar las informaciones que se citan posteriormente. En la misma, el orden de la información requerida y la distribución general son normativos. Para evitar cualquier malentendido lingüístico, las líneas de las placas deben estar numeradas. La altura mínima de los caracteres debe ser de 3 mm. Cualquier modificación de algún dato de la placa de características de las cisternas requerido por esta norma europea debe atestiguararse mediante el sello del inspector en un lugar cercano a la información modificada.



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

El texto que figura en dicha placa debe estar en alguna de las lenguas oficiales del país de matriculación y opcionalmente, en inglés.

El marcado que no sea necesariamente requerido sobre la placa de características de la cisterna debe cumplir con la reglamentación correspondiente. Si la información se da en la placa y en otros lugares (por ejemplo en el recipiente), esta información debe ser idéntica. En cualquier caso la información debe cumplir con los documentos válidos.





# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

Dicha placa sigue esta distribución:

1	Fabricante			
2	Número de aprobación			
3	Número de serie del fabricante			
4	Año de fabricación			
5	Presión de ensayo	a) Sistema completa	MPa	
		b) Compartimentos	MPa	
6	Capacidad total del recipiente	Litros		
	Capacidad de los compartimentos	1	1	1
		1	1	1
7	Temperatura de diseño	°C		
8	Material de la cisterna y referencia de material			
9	Material de la capa o del recubrimiento de protección			
10	Aislamiento			
11	Presión máxima de servicio			MPa
12	Presión externa de diseño			
13	Nombre de la(s) mercancía(s) peligrosa(s)	14 Masa máxima	15 Presión máxima de llenado	16 Temperatura de llenado
		kg	MPa	°C
17	Sellos del inspector (inspección inicial, intermedia y periódica)			



Y según el RD 1388/2011:

El marcado II será colocado únicamente por el fabricante o, en los casos de evaluación de la conformidad, con arreglo a lo dispuesto en el anexo II del presente real decreto.

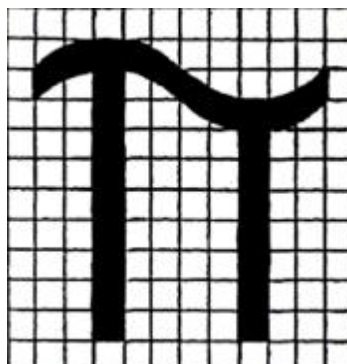
El marcado II se colocará exclusivamente en los equipos a presión transportables que: cumplan los requisitos relativos a la evaluación de la conformidad establecidos en el ADR y en el presente real decreto, o cumplan los requisitos relativos a la reevaluación de la conformidad mencionados en la disposición transitoria única. No se colocarán en ningún otro equipo a presión transportable.

Con la colocación del marcado II, el fabricante indica que asume la responsabilidad de la conformidad del equipo a presión transportable con todos los requisitos aplicables establecidos en el ADR y en el presente real decreto. A los efectos del presente real decreto, el marcado II será el único marcado que acredite la conformidad del equipo a presión transportable con los requisitos aplicables establecidos en el ADR y en el presente real decreto. Por tanto queda prohibido fijar en los equipos a presión transportables marcados, signos e inscripciones que puedan inducir a terceros a error sobre el significado o la forma del marcado II.

Cualquier otro marcado se colocará en los equipos a presión transportables de forma que no afecte a la visibilidad, la legibilidad y el significado del marcado II. Las Comunidades Autónomas se asegurarán de la correcta aplicación del régimen que regula el marcado II y emprenderán las acciones oportunas en caso de uso incorrecto del marcado. Las Comunidades Autónomas establecerán asimismo las correspondientes sanciones. Dichas sanciones deberán ser proporcionadas a la gravedad de la infracción y constituir un elemento eficaz de disuasión contra el uso incorrecto del marcado.

Reglas y condiciones para la colocación del marcado II:

1. El marcado II consistirá en el símbolo que se reproduce en el modelo siguiente:





2. La altura mínima del marcado  $\Pi$  será de 5 mm. Para los equipos a presión transportables con un diámetro igual o inferior a 140 mm la altura mínima será de 2,5 mm.
3. Se respetarán las proporciones del dibujo graduado del apartado 1 de este artículo. La rejilla no forma parte del marcado.
4. El marcado  $\Pi$  se colocará en el equipo a presión transportable o en su placa de datos de manera visible, legible e indeleble, así como en las partes desmontables del equipo a presión transportable recargable que cumplan una función directa de seguridad.
5. El marcado  $\Pi$  se colocará antes de introducir en el mercado un nuevo equipo a presión transportable o partes desmontables del equipo a presión transportable recargable que cumplan una función directa de seguridad.
6. El marcado  $\Pi$  irá seguido del número de identificación del organismo notificado que intervenga en los controles y ensayos iniciales.  
  
El número de identificación del organismo notificado lo colocará el propio organismo, o siguiendo sus instrucciones, el fabricante.
7. El marcado de la fecha del control periódico o, cuando proceda, del control intermedio deberá ir acompañado del número de identificación del organismo notificado responsable del control periódico.

## **I.6. Equipamiento de la cisterna.**

### **I.6.1. Dispositivos de seguridad.**

Todas las cisternas portátiles deberán estar provistas al menos de un dispositivo de descompresión.

### **I.6.2. Dispositivos de descompresión.**

Cada cisterna portátil con un contenido de al menos 1.900 l y cada compartimento independiente de una cisterna portátil con una capacidad comparable, deberán estar provistos al menos de un dispositivo de descompresión de muelle y podrán además estar provistos de un disco de ruptura o de un elemento fusible montado en paralelo con los dispositivos de muelle, salvo si en la instrucción de transporte en cisternas portátiles hay una referencia que lo prohíba. Los dispositivos de descompresión deberán tener un caudal suficiente para impedir la rotura del depósito a causa de una sobrepresión o de una depresión resultante del llenado, del vaciado o del calentamiento del contenido y diseñarse de manera que impidan la



entrada de sustancias extrañas, fugas de líquido o el desarrollo de cualquier sobrepresión peligrosa.

### I.6.3. Señalización y alumbrado.

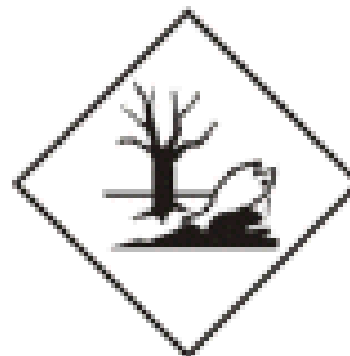
#### I.6.3.1. Placas-etiquetas.

Según las disposiciones de la presente sección, se fijarán placas-etiquetas en las paredes exteriores de los contenedores cisterna. Las placas-etiquetas corresponderán a las etiquetas prescritas. Las placas-etiquetas deberán figurar sobre un fondo de color que ofrezca un buen contraste o ir rodeadas de un borde de trazo continuo o discontinuo.

Las placas-etiquetas deberán fijarse en los dos costados y en cada extremo del contenedor cisterna.

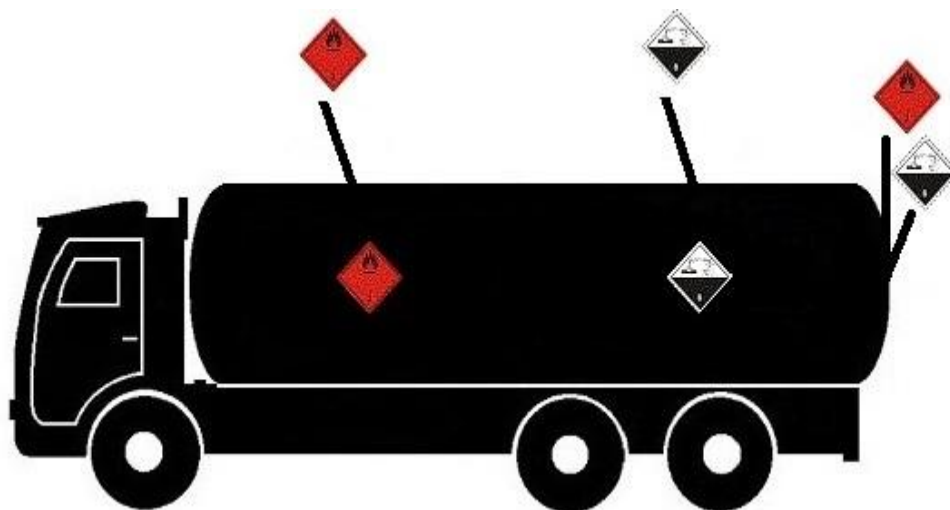
Una placa-etiqueta deberá:

- a) tener unas dimensiones mínimas de 250 mm por 250 mm, con una línea de 12,5 mm por dentro del borde y paralela a este. En la mitad superior de la etiqueta la línea debe tener el mismo color que el signo convencional y en la mitad inferior debe tener el mismo color que la cifra de la esquina inferior;
- b) corresponder a la etiqueta para la mercancía peligrosa en cuestión en lo que se refiere al color y al símbolo;
- c) llevar el número o las cifras, en cifras de al menos 25 mm de altura, prescritas para la etiqueta correspondiente a la mercancía peligrosa en cuestión.





Ejemplo de posicionamiento en el camión cisterna de las placas-etiquetas:



### I.6.3.2. Panel naranja.

Los paneles naranja deben ser retro reflectantes y deberán tener una base de 40 cm y una altura de 30 cm; llevarán un ribete negro de 15 mm. 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. Los paneles naranja pueden presentar en el medio una línea horizontal con una anchura de 15 mm. Si el tamaño y la construcción del vehículo son tales que la superficie disponible sea insuficiente para fijar estos paneles naranja, sus dimensiones podrán ser reducidas hasta 300 mm para la base, 120 mm para la altura y 10 mm para el reborde negro.

Para los contenedores cisterna la señalización prevista puede ser reemplazada por una hoja autoadhesiva, una pintura u otro procedimiento equivalente.

Esta señalización alternativa deberá estar conforme a las especificaciones previstas en la presente subsección a excepción de las relativas a la resistencia del fuego.

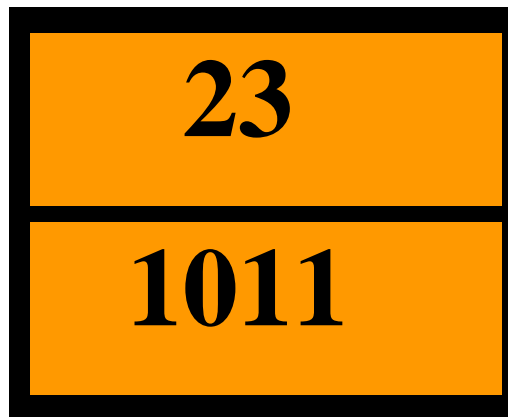
El número de identificación de peligro y el número ONU deberán estar constituidos por cifras negras de 10 cm de altura y de 15 mm de espesor. El número de



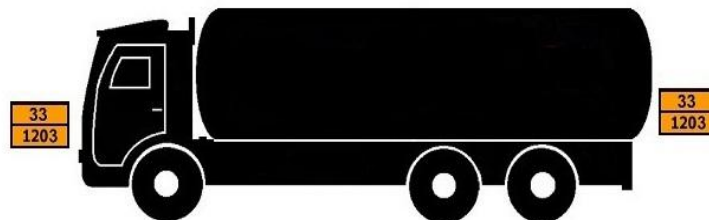
## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

identificación de peligro deberá inscribirse en la parte superior del panel y el número ONU en la parte inferior, estarán separados por una línea negra horizontal de 15 mm de espesor que atraviese el panel a media altura. El número de identificación de peligro y el número de ONU deberán ser indelebles y permanecer visibles después de un incendio de una duración de 15 minutos.



Ejemplo de cisterna:





### **I.6.3.3.Placa que indica la longitud del vehículo.**

Indica que el vehículo o conjunto de vehículos, tiene una longitud superior a 12 metros.

Esta señal deberá estar colocada en la parte posterior del vehículo y centrada con respecto al eje del mismo.

Esta placa podrá ser sustituida, cuando sea aconsejable para su mejor colocación, por dos de características análogas a la anterior, situadas simétricamente a ambos lados del eje del vehículo y tan cerca de sus bordes como sea posible. En todos los casos las placas se colocarán a una distancia del suelo entre 500 y 1.500 milímetros.

Las dimensiones, color y características técnicas de esta señal están homologadas de acuerdo con la reglamentación vigente. Las medidas: 200 x 570 mm.

Ejemplo de la placa de longitud:



### **I.6.3.4.Alumbrado.**

Referente al alumbrado, no se utilizarán nunca lámparas con casquillo a rosca. Las conexiones eléctricas entre los vehículos a motor y los remolques deberán ser conformes con el grado de protección IP54 según la norma CEI 60529 y estarán diseñadas de forma que se impida cualquier derivación accidental. Las conexiones deberán ser conformes con las normas ISO 12098:2004, ISO 7638:2003 y EN 15207:2006, según corresponda.



## II.CALCULOS JUSTIFICATIVOS.

### II.1.Determinación de paredes, fondos, cierres, aberturas.

Según la norma UNE-EN 12493:2009 “Equipos y accesorios para GLP. Tanques de acero soldados para gases licuados del petróleo (GLP). Diseño y fabricación de camiones cisterna”.

#### II.1.1.Directrices para la selección de los grados de material.

El acero utilizado es el P275NH, según lo descrito anteriormente. Ha sido seleccionado debido a que es uno de los indicados en la norma.

#### II.1.2.Temperaturas de referencia para el diseño.

La temperatura de referencia para la presión desarrollada debe ser la especificada en la tabla. El valor correspondiente de la presión debe ser superior o igual a la presión de ensayo mínima especificada en el ADR.

Siguiendo la normativa y poniendo protección solar, como es el caso, seleccionamos la temperatura de 70°C.

Pantalla solar	Diámetro del depósito $D \geq 1,5$ m °C	Diámetro del depósito $D < 1,5$ m °C
Sin pantalla solar	50	55
Con pantalla solar	50 <sup>a</sup>	55 <sup>a</sup>

#### II.1.3.Llenado.

La temperatura de referencia utilizada para el cálculo del llenado máximo admisible debe ser 50 °C.

Los depósitos deben diseñarse para llenarse de acuerdo con la siguiente ecuación: grado de llenado (kg/l) = 0,95 por la densidad de la fase líquida a la temperatura de referencia (50 °C).

Los depósitos no deben llenarse al 100% a 60 °C.





Tomando la fase líquida a presión de 1,015 bar y temperatura a 15°C. Obtenemos un grado de llenado de 0.52 (kg/l). Que es el mismo que nos indica el ADR.

#### **II.1.4.Diseño.**

##### **II.1.4.1.Tensiones de diseño.**

La tensión nominal de diseño  $f$  debe ser el menor valor de  $ReH/1,5$  y  $Rm/2,4$  siendo:

$ReH$ : límite elástico definido en la norma o especificación del material. El cual es de 275 N/mm<sup>2</sup>

$Rm$ : resistencia a la tracción definida en la norma o especificación del material. La cual es de 390 N/mm<sup>2</sup>.

Y la tensión nominal de diseño es de 162,5 N/mm<sup>2</sup>.

En las ecuaciones de este anexo se deben utilizar las siguientes unidades:

- Presiones y tensiones: N/mm<sup>2</sup>;
- Dimensiones: mm.

##### **II.1.4.2.Presion de diseño.**

###### **II.1.4.2.1.Generalidades.**

Debido a que la tensión básica de diseño de esta norma es diferente al ADR, se debería aplicar un factor de correlación para determinar la presión de diseño a utilizar en las ecuaciones de diseño de este anexo. El factor de correlación (1,2), se ha elegido para asegurar que los espesores de los depósitos, son iguales a los requeridos por el ADR.

Siendo:

“ $p$ ” presión de diseño;

“ $p_d$ ”: presión manométrica máxima desarrollada para los productos transportados, a la temperatura de referencia que es de 10 bares.



$$p = \frac{P_d}{1,2}$$

Por tanto la presión de diseño es de 0,83333 MPa

#### II.1.4.3. Ecuaciones para el diseño de la envolvente cilíndrica.

El espesor mínimo requerido debe ser el mayor de:

$$e_{\min.} = \frac{pD_o}{2fz + p} \quad \text{y} \quad e_{\min.} = \frac{D_o}{500} + 1,5$$

Dónde:

“D o” diámetro exterior de la envolvente. El cual es de 2500 mm.

“p” presión de diseño especificada en el capítulo D.2;

“z” eficiencia de la unión = 1,0;

“F” tensión nominal de diseño.

Por tanto el espesor mínimo es de 6,5 mm.

#### II.1.4.4. Ecuaciones para el diseño del fondo abombado.

Las siguientes reglas son de aplicación únicamente para los fondos en los que se cumplan las siguientes condiciones:

- $r \geq 0,06 D_i$ .

$$200 \geq 192$$

- $r > 3 e$

$$200 > 19,5$$



- $e \geq 0,08 D_i$   
 $6,5 \geq 198,96$
- $R \leq D_o$   
 $1600 \leq 2500$

El espesor requerido “e” es el mayor valor entre:  $e_s, e_y$  y  $e_b$  donde:

$$e_s = \frac{pR}{2f_s - 0,5p}$$

$$e_y = \frac{\beta p(0,75R + 0,2D_i)}{f}$$

$$e_b = (0,75R + 0,2D_i) \left\{ \frac{p}{111f_b} \left( \frac{D_i}{r} \right)^{0,825} \right\}^{\left( \frac{1}{15} \right)}$$

Dónde:

$f_b = R_{eh}/1,5$  para todos los materiales

$\beta$  factor determinado a partir de la figura D.1, o por cálculo;

“ $D_i$ ” diámetro interior del fondo, este diámetro es de 2487mm;

“ $D_o$ ” diámetro exterior de la envolvente, este diámetro es de 2500mm;

“ $e$ ” espesor requerido para el fondo;

“ $e_b$ ” espesor mínimo del radio de acuerdo para evitar deformaciones;

“ $e_s$ ” espesor mínimo del fondo para limitar la tensión de membrana en la parte central;

“ $e_y$ ” espesor mínimo del radio de acuerdo para evitar límites elásticos axisimétricos;

“ $f$ ” tensión nominal de diseño;

“ $f_b$ ” tensión de diseño para cálculo de la deformación;



“ $p$ ” presión de diseño;

“ $R$ ” radio interior de curvatura de la parte central del fondo toroidal, este radio es de 1600mm;

“ $r$ ” radio interior de acuerdo, este radio es de 100mm;

“ $z$ ” eficiencia de la junta = 1,0.

#### II.1.4.4.1. Ecuaciones para el cálculo del parámetro $\beta$ .

$$Y = \min. (e/R; 0,04)$$

$$Z = \log (1/Y)$$

$$X = r/D_1$$

$$N = \left\{ 1,006 - \frac{1}{6,2 + (90Y)^4} \right\}$$

Para  $X = 0,2$ :

$$\beta_{0,2} = \max. \left\{ (0,56 - 1,94Y - 82,5Y^2)0,95; 0,5 \right\}$$

Para  $X = 0,1$ :

$$\beta_{0,1} = (-0,1833Z^3 + 1,0383Z^2 - 1,2943Z + 0,837)N$$

Para  $X = 0,06$ :

$$\beta_{0,06} = (-0,3635Z^3 + 2,2124Z^2 - 3,2937Z + 1,8873)N$$

Para  $0,1 < X < 0,2$ :

$$\beta = 10 \left\{ (0,2 - X)\beta_{0,1} + (X - 0,1)\beta_{0,2} \right\}$$

Para  $0,06 < X < 0,1$ :

$$\beta = 25 \left\{ (0,1 - X)\beta_{0,06} + (X - 0,06)\beta_{0,1} \right\}$$



# PFC

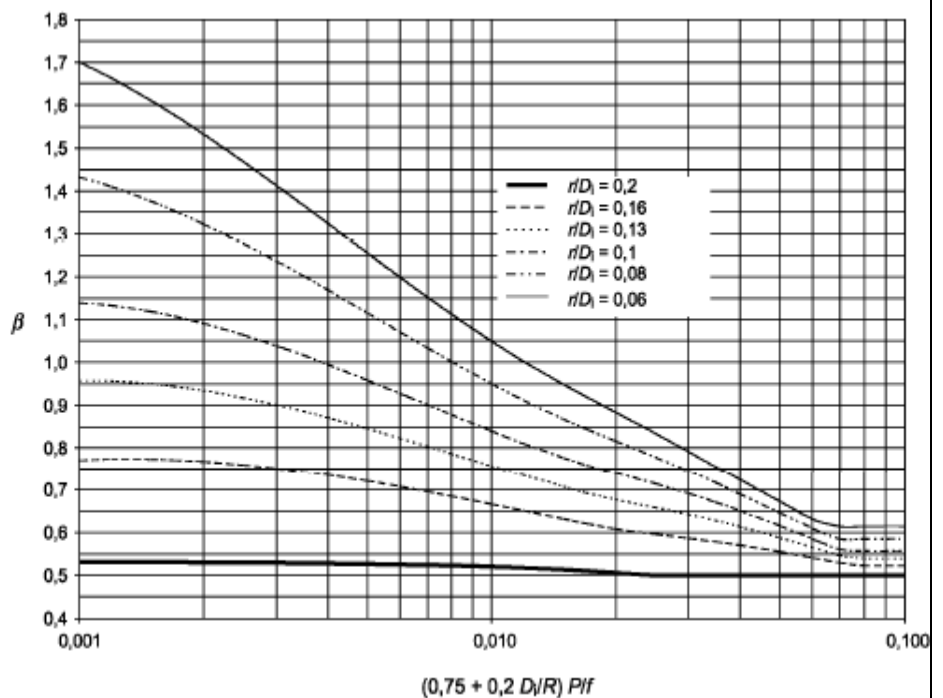
DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

Donde los parámetros anteriormente citados tienen como resultado:

X	0,0625
Y(mínimo)	0,0040625
Z	1,39794001
N	1,00025821
Beta(0,06)	0,61356821
Beta(0,1)	0,55611512

En conclusión el parámetro  $\beta$  da un valor de 0,60997739.

También se puede sacar mediante esta gráfica:



En conclusión el espesor del fondo va a ser “e<sub>b</sub>” que tiene un valor de 10,04430844. El cual redondeamos a 10,5 mm



#### II.1.4.5. Refuerzos de boquillas.

El método de diseño especificado sólo debe aplicarse a envolventes cilíndricas y fondos abombados con aberturas circulares o elípticas.

El tamaño de las aberturas debe limitarse como se indica a continuación:

- Envolventes cilíndricas:  $d_i/D_i \leq 1$ ;
- Fondos abombados:  $d_i/2r_{im} \leq 0,6$

Donde

$d_i$ : diámetro interior de la abertura o ramificación;

$r_{im}$ : radio interior del cuerpo principal (envolvente o fondo abombado).

La relación de los espesores de la ramificación y del cuerpo principal  $e_b/e_m$  debe cumplir los límites de la figura D.4.

La distancia entre las aberturas o las ramificaciones, medidas desde la parte externa de las ramificaciones o de los anillos de refuerzo, debe ser superior o igual a  $2 l_m$ , donde:

$$l_m = \sqrt{(2r_{im} + e_m) e_m}$$

Donde para envolventes  $r_{im} = D_i/2$  y para fondos toroidales  $r_{im} = r_{th}$ .

$D_i$  diámetro interior de la envolvente o parte recta del fondo abombado;

$e_m$  espesor de análisis del cuerpo principal (envolvente o fondo abombado) dentro de la longitud  $l_m$ ;

$h_i$  altura interior del fondo elíptico abombado;

$l_m$  longitud del cuerpo principal considerada como compensación efectiva, medida a lo largo del eje principal a partir del borde de la abertura sin ramificación o fuera de la ramificación (o anillo).

$r_{im}$  radio interior del cuerpo principal (envolvente o fondo abombado);

$r_{th}$  radio interior del fondo hemisférico abombado o parte esférica de la cabeza toroidal.

Todas las aberturas deben cumplir la siguiente relación general:

$$P \left\{ A_p + 0,5 (A_{fm} + A_{fb} + A_{fp}) \right\} \leq f A_{fm} + f_p A_{fp} + f_b A_{fb}$$



Dónde:

“ $A_p$ ” superficie sometida a presión como se representa en la figura D.5, calculada a partir de medidas internas;

“ $A_m$ ” superficie de la sección transversal de la ramificación dentro de los límites de compensación;

“ $A_{mp}$ ” superficie de la sección transversal del cuerpo principal (envolvente o cabeza) dentro de los límites de compensación;

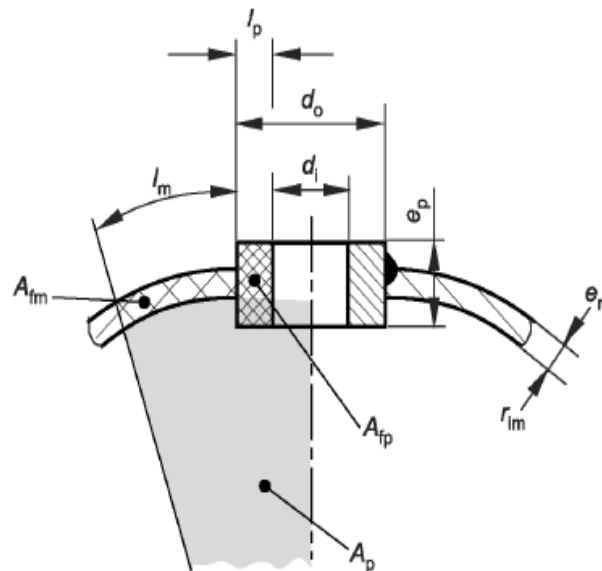
“ $A_{rp}$ ” superficie de la sección transversal del anillo dentro de los límites de compensación;

“ $f$ ” tensión nominal de diseño de la envolvente o del fondo abombado;

“ $f_b$ ” el menor valor de la tensión nominal de diseño de la ramificación y  $f$ ;

“ $f_p$ ” el menor valor de la tensión nominal de diseño del anillo y  $f$ .

Según lo que tienen que cumplir todas las aberturas tanto en la envolvente como en el fondo toroidal, se procede a estudiarlas, cumpliendo todas con estas dimensiones características, de manera particular cada una:



$$A_p = \frac{r_{im}}{2} \left( l_m + \frac{d_o}{2} \right)$$

$$A_m = e_m l_m$$

$$A_{rp} = e_p l_p$$



**II.1.4.5.1. Refuerzo por anillos: válvula de fondo.**

Medidas tomadas **Brida ASME B16.21 Clase 300# 3"**.

Di	89 mm
Do	149 mm
Ep	20 mm
Lp	37,5 mm
Lm	127,3096618 mm
Afm	827,512802 mm <sup>2</sup>
Afp	750 mm <sup>2</sup>
Ap	125475,1573 mm <sup>2</sup>

Y cumple la relación general anteriormente citada:

$$105219,928 \leq 256345,8303$$

**II.1.4.5.2. Refuerzo por anillos: válvula de seguridad.**

Medidas tomadas de una **Brida ASME B16.21 Clase 300# 3"**.

di	89 mm
do	149 mm
lp	30 mm





## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

lm	127,3096618 mm
ep	35 mm
Ap	125475,157 mm <sup>2</sup>
Afm	827,512802 mm <sup>2</sup>
Afp	1050 mm <sup>2</sup>

Y cumple la relación general anteriormente citada:

$$105344,928 \leq 305095,8303$$

### II.1.4.5.3. Refuerzo por anillos: boca hombre.

Se ha seleccionado para la boca hombre, una brida DIN EN 1092-1 PN-16 DN 600 Tipo 12.

Para la tapa Brida DIN EN 1092-1 PN-16 DN 600 Tipo 05.

Di	590,9 mm
Do	636,5 mm
Ep	104 mm
Lp	22,8 mm
Lm	179,5647 mm
Ap	199124,982 mm <sup>2</sup>
Afm	1803,5 mm <sup>2</sup>
Afp	1185,6 mm <sup>2</sup>

Y cumple la relación general anteriormente citada:



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

$$167182,977 \leq 485741,8603$$

### II.1.4.5.4. Refuerzo por anillos: indicador de nivel, manómetro y termómetro.

Di	221,5 mm
Do	375 mm
Ep	34 mm
Lm	127,30 mm
Lp	76,75 mm
Ap	195732,907 mm <sup>2</sup>
Afm	827,512802 mm <sup>2</sup>
Afp	2609,5 mm <sup>2</sup>

Y cumple la relación general anteriormente citada:

$$164542,845 \leq 558514,58$$

## II.2. Determinación del esfuerzo en los accesorios de la cisterna.

### II.2.1. Determinación del número y cálculo de durmientes.

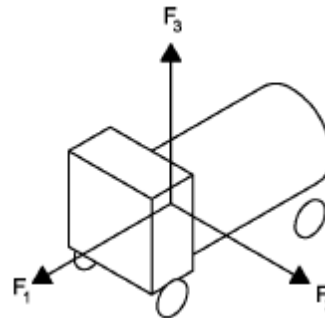
Según la norma: EN 12252:2012.: "Equipos y accesorios para GLP, Equipamiento de camiones cisterna para GLP".

En el Anexo B: "Cálculo de las fijaciones del recipiente a presión al chasis". Indica que las fijaciones deben ser capaces de soportar, bajo la carga máxima admisible, las fuerzas indicadas en la siguiente tabla:



Dirección	Definición	Fuerza N
En la dirección del desplazamiento	$F_1 =$ dos veces la fuerza aplicada por la masa total	$2 g P_3$
Perpendicularmente a la dirección del desplazamiento	$F_2 =$ fuerza aplicada por la masa total	$1 g P_3$
Vertical hacia arriba	$F_3 =$ fuerza aplicada por la masa total	$1 g P_3$
Vertical hacia abajo	No aplicable en este cálculo	-

Para visualizar correctamente dichas fuerzas se adjunta la siguiente imagen:



Donde tiene como características:

$P_1$  es igual a la Tara que es de 17600 Kg.

$P_2$  es la carga máxima 27040 Kg, calculado multiplicando el volumen el litros por la velocidad de llenado en Kg/l.

$P_3$  es la masa total, siendo esta la suma de  $P_1$  más  $P_2$ , 44640 Kg.

Donde “g” es  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

## II.2.2.Fijación del recipiente a presión al chasis.

### II.2.2.1.Tirantes de fijación.

Número de tirantes de fijación:  $N_1$  es de 6

Características mecánicas del acero, son las mismas que el material utilizado para el cálculo del depósito: P275NH



- resistencia última a la fracción:  $R_{m1}$  es de 390 (N/mm<sup>2</sup>)
- límite de elasticidad:  $R_{e1}$  es de 270 (N/mm<sup>2</sup>)
- área de la sección transversal del tirante (interna a la rosca):  $S_1$  es de 55000 (mm<sup>2</sup>)

#### **II.2.2.2.Pernos.**

Número de pernos por soporte de fijación:  $N_2$  es de 4.

Características mecánicas del acero, son las mismas que el material utilizado para el cálculo del depósito: P275NH

- resistencia última a la fracción:  $R_{m2}$  es de 390 (N/mm<sup>2</sup>)
- límite de elasticidad:  $R_{e2}$  es de 270 (N/mm<sup>2</sup>)
- área de la sección transversal del tirante (interna a la rosca):  $S_2$  es de 706,8583 (mm<sup>2</sup>).

#### **II.2.2.3.Soldaduras de los soportes de fijación.**

Área de la sección soldada que contribuye a la resistencia de los soportes:

$$S_3 = 2 \times (L_1 + 2 \times L_2) \times b \text{ (mm}^2\text{) donde sale 16660 (mm}^2\text{).}$$

Características mecánicas del material de las soldaduras de los soportes de fijación:

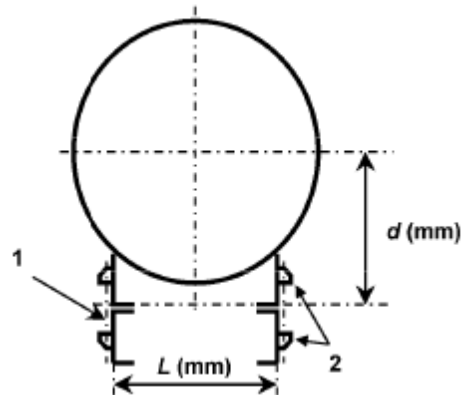
- resistencia última a la fracción:  $R_{m3}$  es de 390 (N/mm<sup>2</sup>)
- límite de elasticidad:  $R_{e3}$  es de 270 (N/mm<sup>2</sup>)



II.2.2.4.Esfuerzo admisible. Fijación y cálculo de fuerzas y momentos.

$$\sigma \leq 0,75 \sigma_o < 0,5 \times R_m.$$

Fijación tipo:



Leyenda:

- d = altura de la línea central del recipiente a presión por encima del chasis (mm)
- L = anchura exterior del chasis (mm)
- 1 Tirantes de fijación
- 2 Soportes

Longitud del tirante de fijación=L2	416,6666667 mm
d(mm)	1458,333333
L(mm)	1666,666667



Momento producido por  $F_2$ :

$M_2 = d * F_2$  (N/mm<sup>2</sup>) y es igual a 638631000

Reacción a  $M_2$  producida por el tirante de fijación:

$$f_2 = \frac{d \times F_2}{L} \text{ (N)}$$

Siendo “ $f_2$ ” de 383178,6 (N).

#### II.2.2.5.Cálculo de los tirantes de fijación.

##### II.2.2.5.1.En la dirección del desplazamiento.

Esfuerzo de tracción en los tirantes:

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{S_1 \times N_1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

El cual es de 1,228727273 (N/mm<sup>2</sup>).

Esfuerzo admisible:

$\sigma_1 \leq \sigma$  (N/mm<sup>2</sup>). Cumpliendo dicha condición.

Donde

$\sigma \leq 0,75 \times Re1$  o  $\sigma \leq 0,5 \times Rm1$  (el menor valor)

##### II.2.2.5.3.En dirección perpendicular al desplazamiento.

Esfuerzo de tracción en los tirantes:

$$\sigma_2 = \frac{f_2}{S_1 \times \frac{N_1}{2}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$



El cual es de 1,075136364 (N/mm<sup>2</sup>).

Esfuerzo admisible:

$\sigma_2 \leq \sigma$  (N/mm<sup>2</sup>). Cumpliendo dicha condición.

Donde

$\sigma \leq 0,75 \times Re1$  o  $\sigma \leq 0,5 \times Rm1$  (el menor valor)

#### **II.2.2.5.4. En dirección vertical hacia arriba.**

Esfuerzo de tracción en los tirantes:

$$\sigma_3 = \frac{F_3}{S_1 \times N_1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

El es de 0,614363636(N/mm<sup>2</sup>).

Esfuerzo admisible:

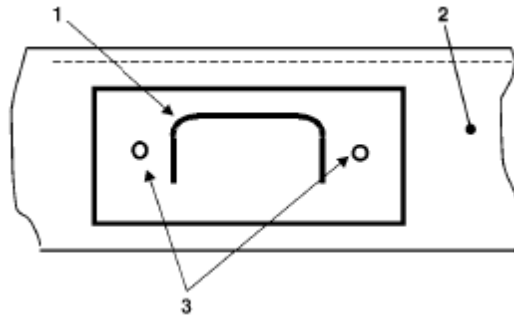
$\sigma_3 \leq \sigma$  (N/mm<sup>2</sup>). Cumpliendo dicha condición.

Donde:

$\sigma \leq 0,75 \times Re1$  o  $\sigma \leq 0,5 \times Rm1$  (el menor valor)



### II.2.2.6.Cálculo de los pernos de fijación.



Leyenda:

- 1 Soporte de fijación.
- 2 Estructura de chasis.
- 3 Pernos.

#### II.2.2.6.1.En la dirección del desplazamiento.

$$f_7 = \frac{F_1}{N_1} \text{ (N)}$$

$$\sigma_7 = \frac{f_1}{S_2 \times N_2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Donde  $f_7$  es 145972,8 (N) y  $\sigma_7$  es 51,62731706(N/mm<sup>2</sup>)

#### II.2.2.6.2.En dirección perpendicular al desplazamiento.

$$F_8 = \frac{f_2}{\left(\frac{N_1}{2}\right)} \text{ (N)}$$

$$\sigma_8 = \frac{f_8}{S_2 \times N_2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Donde  $f_8$  es 63863,1(N) y  $\sigma_8$  es 22,586952 (N/mm<sup>2</sup>).





**II.2.2.6.3. En dirección vertical hacia arriba.**

$$f_9 = \frac{f_2}{N_1} \text{ (N)}$$

$$\sigma_9 = \frac{f_9}{S_2 \times N_2} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Donde  $f_9$  es 36493,2 (N) y  $\sigma_9$  es 12,90682926 (N/mm<sup>2</sup>).

Esfuerzo admisible (debe considerarse el menor de estos valores):

$$\sigma_7 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_8 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_9 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dónde:

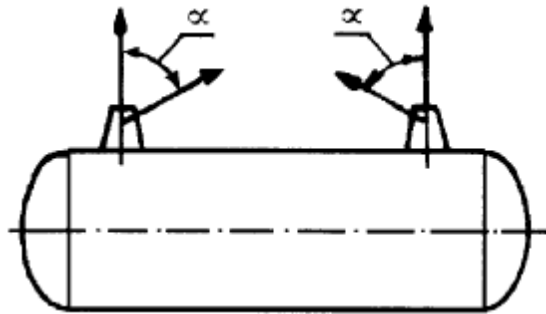
$$\sigma \leq 0,75 \times Re1 \text{ o } \sigma \leq 0,5 \times Rm1 \text{ (cualquiera que sea el menor valor)}$$

**II.2.2.7. Sistema de anclaje e izado.**

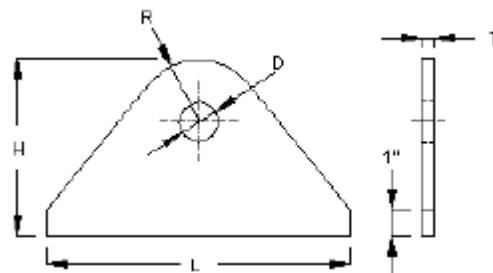
Para poder transportar la cisterna, existen elementos adicionales que son parte de la cisterna. Estos elementos por lo general son las orejas de izaje, las cuales son diseñadas a criterio del diseñador, se suelen sujetar por medio de elementos soldados al cuerpo de la cisterna, las orejas de izaje tienen un agujero que permite pasar un cable o algún tipo de pasador. La normativa no tiene restricciones en cuanto a estos elementos, sin embargo, existen algunas recomendaciones para su diseño que son utilizadas de forma regular, situándose estas en la zona superior de la cisterna.



Ejemplo de ubicación de las orejas de izaje:



Geometría de la oreja:





# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

Siguiendo la tabla siguiente donde se indican dimensiones de la oreja según el peso de la cisterna, se eligen las dimensiones correctas de las orejas de izaje:

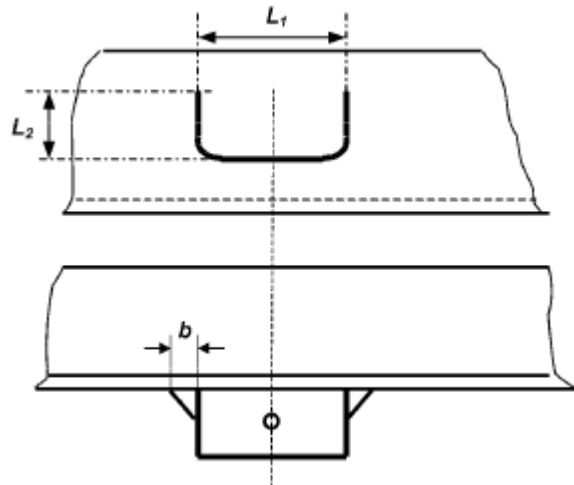
Peso del Recipiente	D	T	R	H	L	Soldadura
Lbs. (Kg)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)	Pigs. (mm)
12000 (5400)	1 (26)	½ (12)	1 ½ (38)	5 (127)	10 (254)	Junta a tope, con doble bisel y filete de T/4 (max.3/8), todo alrededor.
20000 (9000)	1 1/8 (30)	¾ (20)	2 (50)	6 (152)	10 (254)	
30000 (13600)	1 3/8 (36)	1 (25)	2 1/8 (54)	6 (152)	10 (254)	
50000 (22700)	1 5/8 (42)	1 ¼ (30)	2 ½ (64)	7 (178)	12 (305)	
70000 (32000)	2 1/8 (54)	1 ¼ (30)	3 ½ (89)	8 (203)	12 (305)	
100000 (45000)	2 ½ (64)	1 ½ (40)	4 ½ (115)	9 (228)	16 (305)	
150000 (68000)	3 (76)	1 ¾ (45)	5 (127)	10 (254)	16 (406)	
200000 (90000)	4 (102)	2 (50)	6 (152)	12 (305)	18 (457)	
250000 (113000)	4 ¼ (108)	2 (50)	6 ½ (165)	13 (330)	18 (457)	
300000 (136000)	4 ½ (114)	2 ½ (65)	7 (178)	14 (356)	20 (508)	



### II.2.2.8.Cálculo de soldaduras.

Dentro de la norma anteriormente citada, EN 12252:2012.:”Equipos y accesorios para GLP Equipamiento de camiones cisterna para GLP”.

#### II.2.2.8.1.Cálculo de las soldaduras de los soportes de fijación.



#### II.2.2.8.2.En la dirección del desplazamiento.

Puesto que el número de soportes de fijación es igual al número de tirantes:

$$\sigma_4 = \frac{F_1}{S_3 \times N_1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

El esfuerzo es de 8,761872749 (N/mm<sup>2</sup>).

#### II.2.2.8.3.En dirección perpendicular al desplazamiento.

$$\sigma_5 = \frac{f_2}{S_3 \times \frac{N_1}{2}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

El cual sale 3,833319328 (N/mm<sup>2</sup>).



#### II.2.2.8.4. En dirección vertical hacia arriba.

$$\sigma_6 = \frac{F_3}{S_3 \times N_1} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

El cual sale 2,190468187 (N/mm<sup>2</sup>).

Esfuerzo admisible (debe considerarse el menor de estos valores)

$$\sigma_4 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_5 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_6 \leq \sigma \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Dónde:

$$\sigma \leq 0,75 \times R_{e1} \text{ o } \sigma \leq 0,5 \times R_{m1} \text{ (el menor valor)}$$

#### II.2.3. Estabilidad de la cisterna.

Para reducir las cargas dinámicas del líquido contenido, debidas a la aceleración del vehículo, los depósitos de longitud superior a 4 m deben fijarse con placas transversales de anclaje a una distancia máxima de 4 m, y deben diseñarse para permitir una inspección interna completa del depósito. La superficie de cada placa debe ser superior o igual al 70% de la superficie de la sección transversal del depósito en el punto donde se fijan las placas. Cuando el camión cisterna va a funcionar con el depósito a más del 20% o a menos del 80% de llenado, el volumen máximo de cada sección de la envolvente del depósito, dividida por las placas de anclaje no debe superar 7 500 l.

Las placas de anclaje deben poder resistir la carga impuesta, en cualquier dirección, por el volumen total del líquido contenido en la parte entre las placas. Las placas de anclaje deben tener un espesor superior o igual a 2 mm. Deben tomarse precauciones para la comunicación y el drenaje entre las secciones. Para depósitos de diámetro superior a 1,8 m con un espesor de pared inferior a 6 mm, y para depósitos de diámetro inferior o igual a 1,8 m con un espesor de pared inferior a 5 mm, las placas de anclaje deben tener el mismo espesor que la envolvente y el volumen contenido entre dos placas debe ser inferior o igual a 7 500 l.

Siendo el volumen de la cisterna construida de 61,17647059 m<sup>3</sup>, el número de placas transversales, mamparos o rompeolas a colocar es de 9, formándose un volumen entre ellos de 6,79738562 m<sup>3</sup>.



Para facilitar el movimiento, del gas en estado líquido, por todos estos compartimentos originados por las placas transversales de anclaje, se diseñan una serie de agujeros: uno central de 500 mm, tres agujeros de sección semicircular de 250 mm. También se ha diseñado un agujero superior para favorecer el movimiento del gas que se origina en la cisterna, dicho agujero es de 300 mm de diámetro. Dichas áreas que se restan a la sección transversal del depósito no superan el 92% del total de la sección transversal de la cisterna, por tanto cumple ampliamente con la restricción de que no deba superar el 70% de dicha superficie.

#### **II.2.4. Aislamientos. Justificación.**

El aislamiento que lleva la cisterna es una protección solar, es una pantalla que cubre más de un tercio de la parte superior pero menos de la mitad superior de la superficie de la envolvente y separada de ésta una distancia de al menos 40 mm, dejando un espacio ventilado.

### **III. PROCEDIMIENTO DE FABRICACIÓN y SOLDADURA.**

#### **III.1. Fases de fabricación y montaje.**

##### **III.1.1. Esquema de fabricación y montaje del depósito. Unión del depósito con el remolque. Unión del remolque con el camión.**

La fase de fabricación comienza con llevar a cabo el diseño de la cisterna, dicho diseño se debe corresponder con lo diseñado anteriormente. Se realizan las uniones de las planchas de acero y se juntan respectivamente para formar el grueso de la cisterna.

Una vez fabricado el depósito o cisterna, se procede a la unión con el chasis o remolque donde para ejecutar dicha unión se soldaran los tirantes de sujeción.

Una vez soldados dichos tirantes la cisterna estará totalmente unida al chasis en una sola pieza.

Esta unión se realiza mediante la quinta rueda o King-Pin.



### III.2.Fabricación del depósito.

La fabricación del depósito o cisterna comienza, una vez recibidas las planchas de acero del fabricante, se deben soldar estas entre sí para alcanzar el diámetro total de la cisterna, el procedimiento de soldadura puede ser automatizado o bien manual, utilizando una soldadura de plasma, suministrando acero como material de relleno. Posteriormente a este proceso, un operario utiliza una lijadora de banda para igualar la soldadura y dejarla en línea recta. El siguiente proceso consiste en transportar la plancha a una laminadora que le da la forma cilíndrica, este proceso se ha de repetir tantas veces sea necesario dependiendo de la longitud de las planchas hasta alcanzar la longitud total de la cisterna requerida. El siguiente paso, es la fabricación de los mamparos para reforzar las paredes de la cisterna. A estos mamparos, se le realizan perforaciones, convirtiéndolos a su vez en rompeolas para permitir el flujo del fluido en el interior de la cisterna, proporcionando mayor estabilidad a la misma. La posterior operación a realizar, es la unión de las planchas entre sí mediante un proceso de soldadura para alcanzar la longitud total, donde el operario se cerciorará durante el proceso de soldadura de que la realización de la misma se realiza correctamente. Un operario utilizando una laminadora, eliminará el exceso de cordón de soldadura y a su vez, las impurezas que se forman durante el proceso de soldadura. A continuación, se procederá a soldar los mamparos o rompeolas a las paredes internas de la cisterna. La soldadura será más fácil de realizar gracias a un refuerzo en la zona de contrapestaña mediante una chapa del mismo material. Por último, se unen los fondos toroidales a ambos extremos de la cisterna mediante un soldado a tope. Con estas operaciones, ya tenemos conformado el cuerpo de la cisterna. Ahora se procederá a realizar las perforaciones para la colocación de los accesorios que debe tener la cisterna (boca de hombre, válvulas...). Una vez realizadas las perforaciones, se procede a un lijado de la superficie para facilitar el soldado de las bridas de dichos accesorios citados anteriormente. Se fijarán unas orejas de sujeción mediante soldadura posibilitando el posterior izaje de la cisterna para su unión al chasis.

#### III.2.1.Tolerancias admisibles según normativa.

La normativa nos indica unas tolerancias admisibles a la hora de la fabricación.

El diámetro exterior medio calculado a partir de la circunferencia, no debe desviarse más del 1,5% del diámetro exterior representado en los planos de diseño del fabricante.

La falta de redondez, O, la relación de la diferencia entre el diámetro máximo y mínimo y el diámetro medio se define mediante:

$$\frac{2(D_{\text{máx.}} - D_{\text{mín.}})}{D_{\text{máx.}} + D_{\text{mín.}}} \quad (\text{mm})$$

En concreto en la cisterna es de 0,0075 mm.



Debiendo ser inferior o igual al 1,5% del diámetro exterior especificado, con un máximo de:

$$\frac{(D+1\ 250)}{200} \text{ (mm)}$$

Siendo este de 18,75 mm.

Estas tolerancias deben aplicarse a la envolvente, incluyendo la longitud de la parte recta de los fondos abombados, en los puntos donde se sitúan las boquillas, puede admitirse una falta de redondez superior si está justificado por el cálculo, o por medición de la galga de tensión. Las curvaturas simples o radios de acuerdo deben estar dentro de las tolerancias. Las curvaturas deben ser suaves y su profundidad, desviación de la superficie de la envolvente, debe ser inferior o igual al 1% de su longitud, ó 2% de su anchura. Se admiten curvaturas o radios de acuerdo superiores si se comprueba que son aceptables mediante el cálculo o las mediciones de la galga de tensión.

La tolerancia de la envolvente cilíndrica en los depósitos diseñados para ser utilizados en condiciones de vacío, cuando el espesor del depósito es función del criterio de vacío, debe ser circular dentro del 0,5% del radio (es decir, 0,005R) medido a partir del centro exacto.

La falta de rectitud o desviación de la rectitud debe ser inferior o igual al 0,5% de la longitud total del depósito.

Irregularidades del perfil deben ser inferiores o igual a:

- 2% de la longitud medida (verificada mediante calibre de 20°).
- 2,5% de la longitud medida (verificada mediante calibre de 20°) cuando la longitud de las irregularidades es inferior o igual a un cuarto de la longitud tangencial de la envolvente del depósito entre dos costuras circunferenciales, con un máximo de 1,0 m.
- Si se sobrepasan los valores anteriores, se debe requerir una comprobación mediante cálculo o medición de la galga de tensión para verificar que las tensiones son admisibles.

Si la irregularidad del perfil aparece en la costura soldada y en relación con las partes planas adyacentes a la soldadura, la irregularidad del perfil o “pico” debe ser inferior o igual a “e/3” donde “e” es el espesor de la pared.

La tolerancia de los fondos abombados, haciendo referencia al espesor del material después del conformado no debe ser inferior, en ningún punto, al espesor determinado, como espesor de la envolvente.

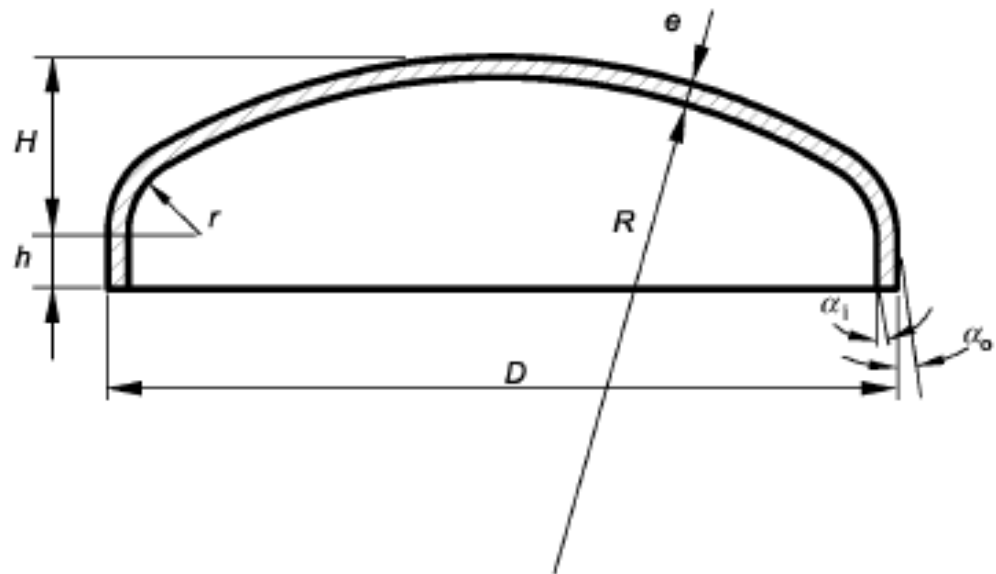




# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

Para verificar todo lo anteriormente citado de manera correcta se ha de constatar lo siguiente:



Recogiéndose en la siguiente tabla las tolerancias:

Característica		Tolerancia
C	$D = 1\ 000\ \text{mm}$	$\pm 0,4\%$
	$D > 1\ 000\ \text{mm}$	$\pm 0,3\%$
O		1% de D
H		El mayor de + 0,015 D o 10 mm
$e = 10\ \text{mm}$		- 0,3 mm
$e > 10\ \text{mm}$		- 0,5 mm
$\alpha_1$		2°
$\alpha_0$		5°



Las tolerancias de ensamblaje consisten en la alineación de paredes. Para uniones longitudinales en las envolventes cilíndricas, las líneas centrales de las chapas adyacentes deben alinearse con las siguientes tolerancias:

- 1 mm para chapas de espesor  $e$  inferior o igual a 10 mm;
- 10% del espesor para chapas de espesor  $e$  superior a 10 mm.

A la hora de comprobar la alineación de superficie es frecuente la desalineación en la superficie de las chapas, para chapas de espesor " $e$ ", debe ser la especificada posteriormente ó si se sobrepasa, la superficie debe achaflanarse con una pendiente de 1:4 en una anchura que incluya la anchura de la soldadura, con las superficies interiores recrecidas con metal de soldadura, añadido si es necesario, para obtener la inclinación requerida. No debe permitirse rebajar el espesor de la superficie de la chapa si se reduce por debajo del valor mínimo requerido. Las especificaciones a seguir son:

1) Para las uniones longitudinales de las envolventes, las líneas centrales de las chapas adyacentes deben estar con las siguientes tolerancias:

- $e/4$  para chapas de espesor  $e$  inferior o igual a 12 mm;
- 3 mm para chapas de espesor  $e$  superior a 12 mm.

2) Para las juntas circunferenciales, las líneas centrales de las chapas adyacentes deben estar alineadas con las siguientes tolerancias:

- $e/4$  para chapas de espesor  $e$  inferior o igual a 20 mm;
- 5 mm para chapas de espesor  $e$  superior a 20 mm.

### **III.3.Soldaduras. Procedimientos y técnicas empleadas. Certificación, cualificación y reparaciones.**

Los detalles de soldadura aceptables son seleccionados por el fabricante y el mismo debe considerar:

- el método de fabricación.
- las condiciones de servicio.
- la realización de ensayos no destructivos según la normativa EN 12972. Radiografía: EN 1435 al 100% en las cruces y 10% en las costuras. También ensayos mediante ultrasonidos, siguiendo la norma de referencia para este caso (EN 1714).

En la preparación del soldeo, las caras de la raíz deben quedar alineadas con las tolerancias indicadas en la especificación del procedimiento de soldeo.

Las partes solapadas deben estar suficientemente alejadas de los radios de acuerdo, para asegurar que el borde de la soldadura circunferencial está alejado de la curvatura una distancia igual o superior a 12 mm.

El soldeo de las uniones de las partes componentes de un depósito debe poder realizarse si se aplican todas las condiciones siguientes:



- el fabricante tiene redactada una especificación del procedimiento de soldeo.
- 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.
- los soldadores y operarios de soldeo están cualificados para el trabajo y su aprobación es válida.
- 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 más estrictos.

El soldeo ha de cumplir con inspecciones y ensayos antes, durante y después del mismo.

- Inspección y ensayos antes del soldeo.

Antes del comienzo del soldeo se debe verificar lo siguiente:

- adecuación y validez de los certificados de cualificación de los soldadores y de los operadores de soldeo asegurándose la calidad del soldeo mediante la norma: EN ISO 3834-1 y la norma EN ISO 3834-2.
- adecuación de la especificación del procedimiento de soldeo.
- identificación del metal base.
- identificación de los consumibles de soldeo.
- preparación de la unión (por ejemplo, forma y medidas).
- ensamblaje, posicionado y punteado.
- cualquier requisito especial de la especificación del procedimiento de soldeo (por ejemplo, prevención de las deformaciones).
- adecuación de las condiciones de trabajo para el soldeo, incluyendo condiciones ambientales.

- Inspección y ensayos durante el soldeo.

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

- parámetros esenciales del soldeo (por ejemplo, corriente de soldeo, tensión del arco y velocidad de avance).
- precalentamiento/temperatura entre pasadas.
- limpieza y aspecto de los cordones y pasadas del metal de soldadura.



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

- resanado de la raíz.
- secuencia de soldeo.
- –utilización y manejo correcto de los consumibles.
- –control de deformaciones.
- –cualquier examen intermedio (control dimensional).

Estando todos los procesos anteriormente citados cualificados según las normas: EN ISO 15607, EN ISO 15609-1, EN ISO 15609-2 y EN ISO 15614-1.

Para las envolventes soldadas se exige una cualificación, debiéndose llevar a cabo las mismas, por personas cualificadas atendiendo a la norma EN ISO 287-1. Además dichas uniones deben seguir esta normativa: EN 1808-1, EN 13094:2008+AC: 2008 y EN ISO 15614-1.

- Inspección y ensayos después del soldeo.

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

- inspección visual.
- ensayos no destructivos.
- ensayos destructivos.
- forma, aspecto y dimensiones de la construcción.
- resultados y registros de las operaciones postsoldo (por ejemplo, tratamientos térmicos postsoldo, envejecimiento).

- Reparaciones.

Cuando sea necesario realizar una reparación a cualquier parte que haya sido unida mediante soldadura ha de realizarse de acuerdo con un procedimiento totalmente cualificado mediante la normativa: EN 288, EN ISO 15607, EN ISO 15609-1, EN ISO 15614-2

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 solicitaciones. Será conveniente efectuar los siguientes controles, según el valor del coeficiente empleado para el cálculo del espesor del depósito. Para conocer el valor de Lambda se aplica la siguiente expresión:



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

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

Dónde:

-e = espesor mínimo del depósito en mm. En la cisterna 6,5 mm.

- $P_{ep}$  = presión de prueba en MPa. En la cisterna 0,83333 MPa.

-D = diámetro interior del depósito, en mm. En la cisterna 2487 mm.

- $\sigma$  = tensión admisible N/mm<sup>2</sup>. Siendo esta 0,5\*R<sub>m</sub>, que es 195 N/mm<sup>2</sup>.

- $\lambda$  = coeficiente menor o igual que 1, teniendo en cuenta el posible debilitamiento debido a las juntas soldadas.

Lambda es igual a 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.



#### **IV.INSPECCIONES, ENSAYOS Y PRUEBAS.**

##### **IV.1.Inspecciones.**

Los controles o inspecciones periódicas que deben tener las cisternas son los siguientes:

- Inspección inicial.
- Inspección periódica como máximo cada seis años o cinco años.
- Inspección intermedia como mínimo cada tres años, dos años y medio después del control inicial y de cada control periódico.
- Inspección extraordinaria después de un daño o de una reparación de la cisterna.
- Inspección extraordinaria después de una reparación o sustitución de los equipos de servicio.
- Inspección extraordinaria después de una sustitución de equipos de servicio que requiera la aplicación de calor.
- Inspección extraordinaria después de una modificación de la cisterna.
- Inspección extraordinaria después de la sustitución o reparación del bastidor o del equipo estructural.
- Inspección extraordinaria antes y después de una reparación o de una sustitución del revestimiento protector.

Todas estas inspecciones tienen como denominador común:

- Examen de los documentos.
- Inspección del interior de la cisterna.
- Inspección del exterior de la cisterna.
- Ensayo de presión hidráulica.
- Ensayo de estanquidad.
- Inspección de los equipos de servicio.
- Inspección del bastidor y de otros equipos estructurales de las cisternas móviles y contenedores-cisterna.

El inspector debe emitir un certificado en el que se registren los resultados de las inspecciones. En este certificado se debe registrar cualquier defecto significativo que pueda perjudicar la seguridad de la cisterna o el equipo y las reparaciones a que den lugar se deben registrar también en este certificado.

Las pruebas, controles y verificaciones se realizarán por el perito aprobado por la autoridad competente. Se expedirán certificados que recojan el resultado de tales operaciones, incluso en caso de resultados negativos. En estos certificados figurará una referencia a la lista de materias autorizadas para su transporte en la cisterna de referencia o al código cisterna y los códigos alfanuméricos de las disposiciones especiales. Una copia de los certificados deberá adjuntarse al dossier de la cisterna de cada cisterna. Dicho dossier de la cisterna debe ser conservado por el propietario o el explotador quien debe estar en condiciones de presentar estos documentos a petición de la autoridad competente. El dossier de esta cisterna deberá guardarse durante toda la vida de la cisterna y conservarse durante 15 meses después de que la cisterna se retiró del servicio. En caso de cambio de propietario o



explotador, durante la duración de la vida de la cisterna, el dossier de la cisterna debe transferirse a este nuevo propietario o explotador. Copias del dossier de la cisterna, o de todos los documentos necesarios, deberán ponerse a disposición del experto para las pruebas, inspecciones y verificaciones de las cisternas, con motivo de las inspecciones periódicas o excepcionales.

Las indicaciones siguientes deben estar inscritas sobre el vehículo cisterna (sobre la cisterna propiamente dicha o sobre una placa):

- Nombre del propietario o del explotador.
- Masa en vacío del vehículo cisterna.
- Masa máxima autorizada del vehículo cisterna.
- Las indicaciones siguientes deben estar inscritas sobre la cisterna desmontable (sobre la cisterna propiamente dicha o sobre una placa):
- Nombre del propietario o del explotador.
- “Cisterna desmontable”.
- Masa máxima autorizada de la cisterna.
- Código cisterna.
- Los códigos alfanuméricos de todas las disposiciones especiales TC y TE para las materias a transportar en la cisterna.
- Las indicaciones siguientes deben estar inscritas sobre el contenedor cisterna propiamente dicho o sobre una placa:
- Nombres del propietario y del explotador.
- Capacidad del depósito.
- Tara.
- Masa máxima de carga autorizada.
- Código-cisterna, los códigos alfanuméricos de todas las disposiciones especiales TC y TE para las materias a transportar en la cisterna.

Para las soldaduras tiene especial interés el cumplir con la norma EN ISO 5817:2007, nivel C, dentro de las inspecciones visuales se deben satisfacer los criterios acordados en la misma normativa.

## IV.2.Ensayos.

### IV.2.1.Ensayo de presión hidráulica.

La presión mínima de prueba aplicable para la clase 2, como es el caso del **Butano**, es de 10 bares para una cisterna con aislamiento térmico.

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. La prueba de presión hidráulica se efectuará antes de colocar el aislamiento térmico eventualmente necesario. Si los depósitos y sus equipos hubieran sido probados por separado, el conjunto deberá someterse después de su ensamblaje a una prueba de estanqueidad.

#### **IV.2.2. Ensayo de vacío.**

El procedimiento del ensayo es el siguiente, al iniciar el ensayo, la cisterna debe estar vacía y a la presión atmosférica.

Todas las aberturas de la cisterna deben estar cerradas, excepto las de descarga. Se debe ejercer sobre la cisterna una presión negativa igual a 1,5 veces la presión negativa de cálculo y mantenerla durante 5 min.

En el caso del Butano sería de -15 bar.

Para efectuar las mediciones de dicho ensayo, la precisión de los aparatos de medida debe ser igual o inferior al 1% en toda la gama de utilización. Se debe acreditar esta precisión mediante certificado de calibración. Se ha de utilizar la normativa para la selección y instalación de los aparatos de medición de la presión.

En el proceso de evaluación del ensayo, se considera que una cisterna no ha superado el ensayo cuando ocurre cualquiera de las siguientes situaciones:

- se aprecia una fuga.
- se produce una subida de presión inexplicable durante la realización del ensayo.
- se aprecia una deformación visible y permanente.

#### **IV.2.3. Ensayo de estanqueidad.**

Para realizar el ensayo de estanqueidad, previamente al inicio de la prueba de la cisterna debe secarse y limpiarse por el exterior de forma que se pueda detectar cualquier fuga. Si la temperatura ambiente está por debajo de 0 °C sólo se permite el ensayo de estanqueidad con agua si el contenido de la cisterna, del equipo de medida y de los sistemas de tuberías no pueden congelarse.

Dicho ensayo se ha de realizar en la cisterna y en los equipos de servicio utilizados con la cisterna, incluyendo cualquier tubería fijada de forma permanente después de haber sido acoplada.





Si los dispositivos de cierre están montados en serie, deben ensayarse individualmente para garantizar que las fugas ulteriores, cuando la cisterna esté a presión.

Cuando el dispositivo es una válvula, el ensayo debe evaluar la estanquidad entre el asiento y el collarín del mecanismo de accionamiento de la válvula.

La presión que se ha de utilizar en el ensayo de estanquidad debe realizarse a la presión indicada por la reglamentación en vigor. La presión del ensayo debe ser la correspondiente al punto más elevado de la cisterna.

Debe aplicarse una presión, igual o mayor al 25% de la presión máxima de servicio autorizada, con un mínimo de 0,2 bar. En el caso del butano debe ser de 8,75 bar.

El fluido operante a utilizar en el ensayo de estanquidad tiene que ser compatible con las mercancías de la cisterna y con los materiales que se han de transportar.

El fluido del ensayo en ningún caso debe provocar peligros para el personal que realiza la inspección o a cualquier otro que se encuentre en las proximidades.

#### **IV.2.4. Ensayo de la determinación de la capacidad.**

Para determinar la capacidad, se debe utilizar un método de cálculo volumétrico o gravimétrico.

En los casos de los métodos volumétrico y gravimétrico, todo error debe ser inferior al 1%. Si no se indica otra cosa la capacidad de la cisterna debe determinarse a una temperatura de referencia de 20 °C.

La determinación volumétrica o gravimétrica de la capacidad de la cisterna y, si procede, de cada compartimento debe realizarse rellenando completamente la cisterna con un líquido apropiado.

La cisterna en cuestión presenta una capacidad de 61,176471 metros cúbicos.

#### **IV.3. Inspecciones y pruebas.**

La norma de referencia que se utiliza para la inspección, marcado y ensayo de las cisternas metálicas es la siguiente: “EN 12972:2007”.

La inspección para la aprobación de tipo debe realizarse sobre una cisterna individual.



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

Si no existen otros requisitos técnicos o legales en conflicto, la aprobación de tipo de una cisterna autoriza las siguientes variaciones en el diseño, sin que sea necesaria una nueva aprobación:

- Disminución del intervalo inicial de temperaturas de cálculo.
- Disminución de la masa bruta máxima.
- Reducción del volumen sólo debido a las variaciones de diámetro (no se aplica a cisternas no cilíndricas) y de longitud, la documentación de la aprobación incluye un cálculo para cada diámetro, longitud y número de compartimentos de la cisterna propuestos en las condiciones más desfavorables, es decir:
  - Mayor densidad del material.
  - Mayor longitud y mayor diámetro de la cisterna.
  - Cisterna en la que el compartimento mayor se sitúe en la parte delantera.
  - Cisterna en la que el compartimento mayor se sitúe en la parte trasera.
- Variaciones del tipo de material utilizado; en el caso de aceros austeníticos y de aleaciones de aluminio, se pueden admitir diferentes tipos siempre que:
  - Se use el mismo procedimiento de soldeo cualificado.
  - El cálculo se efectúe para el caso más desfavorable; en particular, las características a utilizar son, para cada elemento, los valores menores del tipo utilizado.
  - El manual de instrucciones especifique las alternativas posibles para asegurar la compatibilidad con las mercancías transportadas.
- Desplazamiento o modificación de las toberas y de las bocas de inspección, siempre que se asegure el mismo nivel de protección y que los cálculos relativos a los refuerzos de la cisterna se realicen para el caso más desfavorable.
- Aumento del número de tabiques y de las chapas amortiguadoras
- Aumento del espesor de pared, siempre que se utilice el mismo procedimiento de soldeo.
- Disminución de la presión máxima de servicio.
- Aumento del espesor del aislante utilizado como protección suplementaria.
- Aumento de la eficacia térmica del aislamiento de la cisterna.
- Uso de un equipo de servicio alternativo si no se modifican ni las características técnicas ni el emplazamiento del equipo.

La inspección para aprobación de tipo para permitir la modificación de la aprobación de tipo se llevará a cabo como un re-examen de los capítulos aplicables respectivos de la inspección original para la aprobación de tipo.



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

El contenido de la inspección debe ser el siguiente:

- Examen de los documentos.
- Comprobación de las características de diseño.
- Inspección del interior de la cisterna.
- Inspección del exterior de la cisterna.
- Ensayo de presión hidráulica.
- Ensayo de vacío.
- Ensayo de estanquidad.
- Determinación de la capacidad con agua.
- Inspección de los equipos de servicio.
- Inspección del bastidor y de otros equipos estructurales de las cisternas móviles y contenedores-cisterna.

La documentación que el inspector debe emitir es un informe de ensayo en el que se registren los resultados para la inspección de tipo, pudiéndose redactar un informe preliminar después del examen de los documentos.

Como complemento del informe de ensayos, se establecerá una hoja de datos para ayudar en la concesión de la aprobación de tipo.



## **V.DOCUMENTACIÓN Y CERTIFICACIÓN.**

Los documentos, 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, en los casos que a continuación se enumeran:

- Certificación de prototipo de cisternas:
  1. Certificado de conformidad con los requisitos reglamentarios de un tipo (apéndice E-6).
  2. Documento H especial (apéndice E-7).
  3. Documentos de clase (apéndice E-8).
- Inspección inicial, antes de la puesta en servicio, de las cisternas, vehículos-batería y CGEM con el tipo:
  1. Acta de conformidad de la cisterna, vehículo-batería y CGEM con el tipo (apéndice E-11).
  2. Documento H especial (apéndice E-7).
  3. Documentos G (apéndice E-14).
  4. Documentos V1 y V2 y acta de cumplimiento reglamentario (apéndice E-5).
  5. Documentos de clase (apéndice E-8).
  6. Ficha técnica (apéndice E-20).
- Inspecciones excepcionales, en los casos en que sean debidas a accidentes, por duplicado:
  1. Informe previo a la modificación o reparación de una cisterna, contenedor cisterna o batería de recipientes para el transporte de mercancías peligrosas (apéndice E-16).
  2. Acta de inspección de una cisterna, para el transporte de mercancías peligrosas tras su modificación o reparación (apéndice E-17).
  3. Documento H especial (apéndice E-7).
  4. Documentos G (apéndice E-14).
  5. Documentos V1 y V2 y acta de cumplimiento reglamentario (apéndice E-25, parte I).
  6. Documentos de clase (apéndice E-8).



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

7. Ficha técnica (apéndice E-20).

A continuación se indican como han de ser los citados apéndices.



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## APÉNDICE E.6

CERTIFICADO DE CONFORMIDAD CON LOS REQUISITOS REGLAMENTARIOS DE UN TIPO DE ..... PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA	CERTIFICADO N.º

NÚMERO DE CONTRASEÑA DE TIPO: .....

ORGANISMO DE CONTROL: .....

TIPO DE VEHÍCULO:

EMPRESA FABRICANTE:

CERTIFICACIÓN: .....

Tipo: .....

Marca: ..... Modelo: .....

Volumen total en m<sup>3</sup>: ..... Presión de servicio en bar: .....

CÓDIGO DE CISTERNA, VEHÍCULO BATERÍA O C.G.E.M.

MATERIA QUE PUEDE TRANSPORTARSE: (se recogen más materias en anexo a este documento)

N.º ONU	Clase	Grupo de embalaje	Designación oficial de transporte

.....(el equipo de transporte).....cumple con las siguientes disposiciones especiales relativas a la construcción (TC), a los equipos (TE) y de aprobación de tipo (TA).

Estudiado el proyecto correspondiente a la cisterna, vehículo batería o C.G.E.M arriba referenciado y vista la reglamentación correspondiente, y especialmente el ADR y Normas de Construcción y Ensayo de cisternas, actualmente en vigor, este organismo de control CERTIFICA que este tipo cisterna, vehículo batería o C.G.E.M. cumple con la reglamentación vigente para su aprobación.

El Proyecto presentado, visado por el Colegio Oficial de ....., con el número ....., de fecha ....., consta de la documentación siguiente, la cual ha sido sellada por este organismo:

- Memoria con cálculos justificativos.
- Equipos de servicios y estructurales.
- Proceso de Fabricación y Procedimiento de Soldadura.
- Materias o grupos de materias autorizadas.
- Planos n.º

Anejo a este certificado, con el número de Contraseña de Tipo y sellados por este organismo están:

- Ficha técnica de la cisterna, vehículo batería o CGEM o Plano General n.º:
- Documento H (INFORME DE INSPECCIÓN PARA HOMOLOGACIÓN).
- Documento de Clase (INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2 (Apéndice 3.8 - clase 2) O PARA LAS CLASES 3 a 9 (Apéndice 3.8 - clases 3 a 9)).
- Relación de variaciones que se admiten en la cisterna, vehículo batería o CGEM que se construyan en serie en conformidad con este tipo y con lo que permite el ADR en su apartado 6.8.2.3.1.

En ..... a ..... de ..... de 20.....

EL DIRECTOR TÉCNICO DEL ORGANISMO DE CONTROL

### OBSERVACIONES

1. Las características de construcción de las cisternas, vehículo batería o CGEM que se fabriquen, corresponderán con las que figuran en este certificado, sus anexos y proyecto referenciado.
2. La conformidad de la producción se comprobará por el procedimiento establecido en la reglamentación vigente.
3. Este certificado perderá su validez si se comprueba que las características de producción no coinciden con las del tipo aprobado.
4. Solamente se podrán transportar las materias que no sean susceptibles de reaccionar peligrosamente con los materiales del depósito, las juntas, los equipamientos y los revestimientos protectores, si fuera aplicable.



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## APÉNDICE E.7

DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO DE CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA O C.G.E.M					H
Este documento se complementa con los documentos de Clase					
A) Datos del organismo de control					
Código del organismo de control		Fecha del Informe			
Número de Acta/Informe					
B) Datos del fabricante					
N.º Fabricante		Sucursal			
Fabricante (Nombre completo):					
Dirección completa de la fábrica:					
C) Datos de la cisterna, vehículo-batería o C.G.E.M.:					
Tipo		Denominación del tipo:			
Plano general:					
Número Aprobación de Tipo:					
Fecha de Aprobación de Tipo:					
D) Características técnicas					
Presión de cálculo bar	Presión de prueba bar	P. Máxima servicio bar	P. Llenado/vaciado bar	P. estática bar	
Material de la envolvente:		Denominación material:			
Carga de rotura (Rm):		N/mm <sup>2</sup>	Línea elástica (Re):	Alargamiento	
Temperatura de diseño: °C.		Coefficiente de soldadura:	Aislamiento térmico:	Cámara de vacío:	
Diámetro equivalente:		mm.	Forma envolvente:	Vol. máx. de la cisterna:	
Compartimentos Vol. < 5.000 l.		Vol. del mayor compartimento:	Radio Máx. Curvatura:	mm.	
Espesores mínimos:		Vielas	Fondos	Mamparos	Rompeolas
		mm.	mm.	mm.	mm.
Espesores calculados según		Código de diseño/Norma técnica:			
Código del vagón-cisterna según el apartado 4.3.3.1 o 4.3.4.1 del ADR:					
Se adjunta Proyecto: <input type="checkbox"/> Planos: <input type="checkbox"/>					
Solamente se podrán transportar las materias que no sean susceptibles de reaccionar peligrosamente con los materiales del depósito, las juntas, los equipamientos y los revestimientos protectores (si fuera aplicable)					
....., certifica que el proyecto de la cisterna, vehículo-batería y C.G.E.M anteriormente indicados, cumple con lo especificado en el ADR y este real decreto, y Normas de Construcción y Ensayos de Cisternas S/O.M de 20.09.1985 y modificaciones posteriores en lo que no contradigan el ADR.					
En ....., a ... de ..... de 20...					
EL FABRICANTE			EL ORGANISMO CONTROL		
Sello, Fecha y Firma			Sello, Fecha y Firma		



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO		H
Este documento se complementa con los documentos de Clase		A1
El Informe corresponde a:		
Organismo de control:	Número de Acta/Informe:	(s) (n)
<b>E</b>	Requerimiento de carácter general de construcción de las cisternas, vehiculo-batería, o CGEM.	
6.8.2.1.18	Los depósitos cumplen los espesores mínimos establecidos en el ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.2.1.26	Se cumple lo dispuesto en el ADR respecto al diseño de los depósitos y los revestimientos de protección no metálicos, interiores en cuanto al peligro de inflamación debido a cargas electroestáticas.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.2.1.27	Existe una toma de tierra claramente identificada y capaz de ser conectada eléctricamente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.2.2.1	Se cumplen las prescripciones del ADR en equipos de la cisterna.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.2.2.4	El depósito y sus compartimentos tienen aberturas de inspección.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.2.2.9	Se cumple lo prescrito en el ADR respecto a las piezas móviles que pueden entrar en contacto.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.2.5.1	La cisterna dispone de una placa con los datos preceptivos grabados.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.2.5.2	Las cisternas llevan las inscripciones prescritas en el ADR, sobre cada uno de los lados de la cisterna.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.4.e)	Las cisternas llevan las marcas indicadas en el ADR y en las lenguas establecidas.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>F</b>	Requerimientos particulares que deben cumplir las cisternas para ser autorizadas a transportar ciertas materias de la Clase 2.	
6.8.3.1 a 6.8.3.1.5	Los dispositivos cumplen los requerimientos del ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.3.2.1	Las tuberías de vaciado en lo que se refiere a sus cierres, se cumple.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.3.2.3	Los orificios para el llenado y vaciado en lo que afecta a los dispositivos internos de seguridad, se cumple.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.3.2.4	Se cumple lo establecido para los dispositivos internos de obturación en orificios con diámetro nominal superior a 1,5 mm.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.3.2.9	Las válvulas de seguridad y dispositivos de descompresión en cuanto al a 13 número y características son las adecuadas según ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>G</b>	Requerimientos particulares que deben cumplir los vehiculos-batería y los CGEM.	
6.8.3.2.18 a 6.8.3.2.19	Los equipos de servicio y las tuberías colectoras de los vehiculos-batería y C.G.E.M en lo que se refiere al diseño, materiales y uniones y colocación cumplen el ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.3.2.20 a 26	Los obturadores, válvulas de seguridad, válvulas de cierre y otros accesorios en lo que se refiere a su montaje en los vehiculos-batería y CGEM o en las tuberías colectoras, cumplen el ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<b>H</b>	Otros requerimientos de control y pruebas y marcado para las cisternas.	
6.8.3.4.4	La determinación de la capacidad de los depósitos en relación con el método de medición y los errores de medida.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.3.5.1 a 6.8.3.5.8	El marcado en lo que afecta a las placas, paneles, inscripciones complementarias e indicaciones específicas, cumplen con el ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>





# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO		H
		A2
El informe corresponde a:		
Organismo de control:	Número de Acta/Informe:	
		(s) (n)
I	Disposiciones especiales que deben cumplir las cisternas, para ser autorizadas a transportar ciertas materias.	
6.8.4.a)	Disposiciones especiales sobre construcción establecidos en los códigos TCx del apartado 6.8.4.a del ADR.	
TC1	Los materiales y la construcción cumplen las prescripciones del apartado 6.8.5.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC2	Depósitos y equipos están contruidos en aluminio de pureza mínima del 99,5% y los espesores son adecuados o en un acero apropiado no susceptible de provocar la descomposición del peróxido de hidrógeno.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC3	Los depósitos están contruidos en acero austenítico (Inoxidable).	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC4	El material del depósito no es atacado por el ácido cloroacético (UN 3250) o lleva un revestimiento de esmalte o un revestimiento protector equivalente adecuado.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC5	Los depósitos llevan un revestimiento de plomo de, al menos, 5 mm de espesor o un revestimiento equivalente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC6	Depósitos y equipos están contruidos en aluminio de pureza mínima del 99,5% y los espesores son adecuados.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC7	El espesor mínimo efectivo de las paredes del depósito es de menos 3 mm.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

DOCUMENTO DE INSPECCIÓN PARA APROBACIÓN DE TIPO		H
		A3
El Informe corresponde a:		
Organismo de control:	Número de Acta/Informe:	
		(s) (n)
J	Disposiciones especiales, de Equipos, de aprobación y de marcado.	
6.8.4 b.)	Disposiciones especiales sobre equipos, establecidos en los códigos TEx del apartado 6.8.4.b) del ADR.	<input type="checkbox"/>
	Las cisternas cumplen las disposiciones especiales (código TEx) del apartado 6.8.4. b) del ADR, que les son aplicables.	<input type="checkbox"/>
6.8.4 c)	Disposiciones especiales sobre la aprobación, establecidos en los códigos TAx del apartado 6.8.4.c) del ADR.	
TA1	Los vehículos-cisterna no van a ser aprobados para transportar materias orgánicas.	<input type="checkbox"/>
TA2	Estas materias podrán transportarse en cisternas, en las condiciones fijadas en la disposición especial TA2 del apartado 6.8.4.c) del ADR.	<input type="checkbox"/>
TA3	Esta materia no puede ser transportada más que en cisternas que tengan un código LGAV o SGAV; la jerarquía del 4.3.4.1.2 no es aplicable.	<input type="checkbox"/>
TA4	Los procedimientos para la evolución de la conformidad y el control periódico cumplen lo dispuesto en TA4 del ADR.	<input type="checkbox"/>
6.8.4. e)	Disposiciones especiales relativas al marcado.	
TM1	La cisterna lleva la indicación "No abrir durante el transporte. Susceptible de inflamación espontánea".	<input type="checkbox"/>
TM2	La cisterna lleva la indicación "No abrir durante el transporte. Produce gases inflamables al contacto con el agua".	<input type="checkbox"/>
TM3	El vagón-cisterna lleva marcada la denominación oficial de transporte de las materias autorizadas y la masa máxima admisible de carga de la cisterna en kg.	<input type="checkbox"/>
TM4	La cisterna lleva inscrita la denominación química con la concentración aprobada de la materia en cuestión.	<input type="checkbox"/>
TM5	La cisterna lleva inscrita la fecha (mes, año) de la última inspección del estado interior del depósito.	<input type="checkbox"/>
TM6	La banda naranja, de acuerdo con la sección 5.3.5 debe ser colocada sobre las cisternas y vehículo-batería.	<input type="checkbox"/>
TM7	Está inscrito el trébol esquematizado que figura en 5.2.1.7.6.	<input type="checkbox"/>



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## APÉNDICE E.8 DOCUMENTOS DE CLASE

INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2		C2
Comprobación del código de la cisterna, vehículo-batería y CGEM (táchese lo que no proceda)		
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:
El informe corresponde a:		
Parte 1	Tipo de cisterna, vehículo-batería y CGEM	C..... <input type="checkbox"/> F..... <input type="checkbox"/> R..... <input type="checkbox"/> (marcar con X lo que proceda)
Parte 2	Presión de cálculo.	X..... <input type="checkbox"/> (presión mínima de prueba según tabla 4.3.3.2.5)
Parte 3	Aberturas (6.8.2.2 y 6.8.3.2)	B..... <input type="checkbox"/> C..... <input type="checkbox"/> D..... <input type="checkbox"/> (marcar con X lo que proceda)
Parte 4	Válvula de seguridad o dispositivos de seguridad	N..... <input type="checkbox"/> H..... <input type="checkbox"/> (marcar con X lo que proceda)
Código de la cisterna resultante:		
Otros códigos de cisterna autorizados para las materias bajo dicho código según ADR (ver apartado 4.3.3.1.2)		
NOTA: Estos códigos de cisterna no tienen en cuenta las eventuales disposiciones especiales (ver 4.3.5 y 6.8.4) para cada rúbrica de la columna 13 de la tabla A del capítulo 3.2.		



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## APÉNDICE E.14

DOCUMENTO DE COMPROBACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN INICIAL O PERIÓDICA, DEL CÓDIGO DE UNA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA O CGEM		G		
Este documento se complementa con los documentos de Clase y la Hoja H				
A) Datos del organismo de control				
Código del organismo de control: .....				
Fecha del Informe: .....				
Número de Acta/Informe: .....				
B) Datos del fabricante				
N.º Fabricante: .....				
Sucursal: .....				
Fabricante (Nombre completo): .....				
Dirección completa de la fábrica: .....				
C) Datos de la cisterna:				
Tipo de sistema, vehículo-batería o CGEM: .....				
Denominación del tipo: .....				
Marca: ..... Modelo: .....				
Plano general: .....				
Número Contraseña de Tipo: .....				
Fecha de resolución de Inscripción de Tipo: .....				
D) Características técnicas				
Presión de cálculo	Presión de prueba	Presión máxima de servicio	Presión de llenado/vaciado	Presión estática
Volumen (litros)	Espesores virolas (mm)		Espesores fondos (mm)	
Inspecciones, ensayos, pruebas				
Estado Interior correcto	<input type="checkbox"/>	I. visual	<input type="checkbox"/>	.....E.N.D <input type="checkbox"/>
Estado exterior correcto	<input type="checkbox"/>	I. visual	<input type="checkbox"/>	
Estado soportes y anclajes	<input type="checkbox"/>	I. visual	<input type="checkbox"/>	
Soldaduras correctas	<input type="checkbox"/>	I. visual	<input type="checkbox"/>	.....E.N.D <input type="checkbox"/>



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

DOCUMENTO DE COMPROBACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN INICIAL O PERIÓDICA, DEL CÓDIGO DE UNA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA Y CGEM		G	
		A1	
El informe corresponde a:			
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:	
		(S)	(N)
E	Requerimiento de carácter general de construcción de las cisternas, vehículo-batería o CGEM.		
6.8.2.1.19	Los depósitos cumplen los espesores mínimos establecidos en el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.1.27	Se cumple lo dispuesto en el ADR respecto al diseño de los depósitos y los revestimientos de protección no metálicos, interiores en cuanto al peligro de inflamación debido a cargas electrostáticas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.1.27	Existe una toma de tierra claramente identificada y capaz de ser conectada eléctricamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.2.1	Se cumplen las prescripciones del ADR en equipos de la cisterna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.2.4	El depósito y sus compartimentos tienen aberturas de inspección.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.2.9	Se cumple lo prescrito en el ADR respecto a las piezas móviles que pueden entrar en contacto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.5.1	La cisterna dispone de una placa con los datos preceptivos grabados.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.2.5.2	Las cisternas llevan las inscripciones prescritas en el ADR, sobre cada uno de los lados de la cisterna.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.4.e)	Las cisternas llevan las marcas indicadas en el ADR y en las lenguas establecidas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	Requerimientos particulares que deben cumplir las cisternas para ser autorizadas a transportar ciertas materias de la Clase 2.		
6.8.3.1.a	Los dispositivos cumplen los requerimientos del ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.1.5	Los dispositivos cumplen los requerimientos del ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.1	Las tuberías de vaciado en lo que se refiere a sus cierres, se cumple.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.5	Los orificios para el llenado y vaciado en lo que afecta a los dispositivos internos de seguridad, se cumple.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.6	Se cumple lo establecido para los dispositivos internos de obturación en orificios con diámetro nominal superior a 1,5 mm.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.9 a 13	Las válvulas de seguridad y dispositivos de decompresión en cuanto al número y características son las adecuadas según ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G	Requerimientos particulares que deben cumplir los vehículos-batería y los CGEM.		
6.8.3.2.18	Las tuberías colectoras de los vehículos-batería y CGEM en lo que se refiere al diseño, materiales y uniones, cumplen el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.2.20 a 28	Los obturadores, válvulas de seguridad, válvulas de cierre y otros accesorios en lo que se refiere a su montaje en los vehículos-batería y CGEM o en las tuberías colectoras, cumplen el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H	Otros requerimientos de control y pruebas y marcado para las cisternas.		
6.8.3.4.4	La determinación de la capacidad de los depósitos en relación con el método de medición y los errores de medida.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.5.1 a	El marcado en lo que afecta a las placas, paneles, inscripciones complementarias e indicaciones específicas, cumplen con el ADR.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.8.3.5.8			



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

DOCUMENTO DE COMPROBACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN INICIAL O PERIÓDICA DEL CÓDIGO DE UNA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA Y CGEM.		G
		A2
El Informe corresponde a:		
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:
		(s) (n)
I	Disposiciones especiales que deben cumplir las cisternas, vehículo-batería o CGEM para ser autorizadas a transportar ciertas materias.	
6.8.4.a)	Disposiciones especiales sobre construcción establecidas en los códigos TCx del apartado 6.8.4.a) del ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC1	Los materiales y la construcción cumplen las prescripciones del apartado 6.8.5.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC2	Depósitos y equipos están contruidos en aluminio de pureza mínima del 99,5% y los espesores son adecuados o en un acero apropiado no susceptible de provocar la descomposición del peróxido de hidrógeno.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC3	Los depósitos están contruidos en acero austenítico (inoxidable).	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC4	El material del depósito no es atacado por el ácido cloroacético (ONU 3250) o lleva un revestimiento de esmalte o un revestimiento protector equivalente adecuado.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC5	Los depósitos llevan un revestimiento de plomo de, al menos, 5 mm de espesor o un revestimiento equivalente.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC6	Depósitos y equipos están contruidos en aluminio de pureza mínima del 99,5% y los espesores son adecuados.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TC7	El espesor mínimo efectivo de las paredes del depósito no pueden ser inferior a 3mm.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

DOCUMENTO DE COMPROBACIÓN DURANTE LA INSPECCIÓN INICIAL O PERIÓDICA DEL CÓDIGO DE UNA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA Y ODEM.		G
		A3
El Informe corresponde a:		
Organismo de control:		Número de Acta/Informe:
J	Disposiciones especiales, de Equipos, aprobación y marcado	(s) (n)
6.8.4.b)	Disposiciones especiales sobre equipos establecidos en los códigos TEx del apartado 6.8.4.b) del ADR. Las cisternas, cumplen las disposiciones especiales (TEx) que les son de aplicación.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6.8.4.c)	Disposiciones especiales sobre la aprobación, establecidos en los códigos TAx del apartado 6.8.4.c) del ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TA1	Las cisternas no van a ser aprobadas para transportar materias orgánicas. Estas materias podrán transportarse en cisternas, vehículo-batería, en las condiciones fijadas en la disposición especial TA2 del apartado 6.8.4.c) del ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TA2	Esta materia no puede transportarse más que en cisternas que tengan un código LGAV o SGAV; la jerarquía del 4.3.4.1.2 no es aplicable.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TA3	Los procedimientos para la evolución de la conformidad y el control periódico cumplen lo dispuesto en TA4 del ADR.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TA4	Disposiciones especiales relativas al marcado.	
6.8.4. e)	La cisterna lleva la indicación "No abrir durante el transporte. Susceptible de inflamación espontánea".	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM1	La cisterna lleva la indicación "No abrir durante el transporte. Produce gases inflamables al contacto con el agua".	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM2	La cisterna lleva marcada la denominación oficial de transporte de las materias autorizadas y la masa máxima admisible de carga de la cisterna.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM3	La cisterna lleva inscrita la denominación química con la concentración aprobada de la materia en cuestión.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM4	La cisterna lleva inscrita la fecha (mes, año) de la última inspección del estado interior del depósito.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM5	Está inscrito el triángulo esquematizado que figura en 5.2.1.7.6.	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
TM7		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## APÉNDICE E.18

INFORME PREVIO A LA MODIFICACIÓN O REPARACIÓN DE ..... PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA	N.º DE INFORME
--	----------------

Organismo de control: .....

TIPO DE ACTUACIÓN: ..... (Indicar: Modificación o Reparación)

TIPO DE VEHÍCULO: .....

Empresa/fabricante:

Nombre completo:

Domicilio social:

Empresa propietaria de la cisterna, vehículo-batería o CGEM:

Nombre completo:

Domicilio social:

Identificación de la cisterna, vehículo-batería o CGEM:

- Número de contraseña de tipo: .....
- Tipo: .....
- Marca: .....
- Modelo: .....
- Número de fabricación: .....
- Fecha de fabricación: .....
- Volumen total en m<sup>3</sup>: .....
- Presión de servicio en bar: .....

CÓDIGO DE LA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA O CGEM: .....

MATERIA QUE PUEDE TRANSPORTARSE: (se recogen más materias en anexo a este documento)

N.º ONU	Clase	Grupo de embalaje	Designación oficial del transporte

..... El Equipo de Transporte ..... cumple con las siguientes disposiciones especiales relativas a la construcción (TC) y a los equipos (TE) y a la aprobación de tipo (TA).

Causa de la modificación/reparación: .....

Descripción del alcance de la modificación/reparación: .....

Taller de reparación/fabricante de cisternas donde se ejecuta:

Nombre completo:

Domicilio social:

Estudiado el proyecto correspondiente a la modificación/reparación de la cisterna anteriormente referenciada y vista la reglamentación correspondiente, y especialmente el Reglamento relativo al transporte internacional ferroviario de mercancías peligrosas (ADR) y Normas de construcción y ensayo de cisternas, este organismo de control **INFORMA, FAVORABLEMENTE** tal modificación/reparación por ser conforme con la reglamentación vigente.

El Proyecto presentado, visado por el Colegio Oficial de ....., con el número ....., de fecha ....., consta de la documentación siguiente, la cual ha sido sellada por este organismo.

- Memoria con cálculos justificativos.
- Proceso de Modificación/Reparación.





# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## ORGANISMO DE CONTROL

- Planos general recogiendo la modificación n.º:

Después de la modificación se asignará el siguiente Código de Sistema:

CÓDIGO DE LA CISTERNA, VEHÍCULO-BATERÍA O CGEM: .....

MATERIA QUE PUEDE TRANSPORTARSE, después de la modificación (se recogen más materias en anexo a este documento)

N.º ONU	Clase	Grupo de embalaje	Designación oficial del transporte

Anejos a este certificado, con el número de Contraseña de Tipo y sellados por este Organismo están:

- Ficha Técnica de la Cisterna o Plano General n.º:  
 Documento H (INFORME DE INSPECCIÓN PARA HOMOLOGACIÓN)  
 Documentos de Clase (INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2 ó PARA LAS CLASES 3 a 9) (Apéndice E.8).

En ..... a ..... de ..... de 20 .....

EL DIRECTOR TÉCNICO DEL  
ORGANISMO DE CONTROL

V.º B.º  
EL ÓRGANO COMPETENTE



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## APÉNDICE E.17

### ACTA DE INSPECCIÓN ..... PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS POR CARRETERA, TRAS SU MODIFICACIÓN O REPARACIÓN

Acta n.º.....

Organismo de control.....

Efectuada la inspección de dicha cisterna, anteriormente descrita durante el proceso de reparación/modificación (1), así como su montaje sobre el vehículo portador y comprobadas las características técnicas de ambos por el inspector de este Organismo en el lugar y fechas que constan anteriormente, de conformidad con lo establecido en la reglamentación vigente, se encuentra que la cisterna y su vehículo portador son CONFORMES/NO CONFORMES (2) con la reglamentación vigente.

Igualmente han sido comprobados los siguientes documentos, que se consideran satisfactorios:

- Acta de conformidad de las uniones soldadas n.º.....
- Informe radiográfico n.º.....
- Croquis radiográficos n.º.....
- Acta de conformidad de los materiales n.º.....
- Croquis de situación de las placas n.º.....
- Acta de prueba de estanqueidad n.º.....
- Acta de prueba de presión hidráulica n.º.....
- Acta de prueba volumétrica n.º.....
- Certificado de Tarado de válvulas de seguridad y prueba de válvulas de aireación n.º.....
- Otras actas de prueba reglamentariamente exigidas (3):.....

Por todo lo anterior, se considera que este vehículo..... es apto para el transporte de mercancías peligrosas por carretera de las materias anteriormente referenciadas.

Anejos a esta acta con el número de contraseña de tipo y número de fabricación y sellados por este organismo están:

- Documento H (INFORME DE INSPECCIÓN PARA HOMOLOGACIÓN)
- Documento de Comprobación de Inspección Inicial o Periódica (E-14, G1, G2 y G3)
- Documentos V1 y V2 y acta de cumplimiento reglamentario.
- Documentos de Clase (INSPECCIÓN ESPECÍFICA PARA LA CLASE 2 o PARA LAS CLASES 3 a 9)
- Ficha técnica o Plano General n.º.....

En..... e..... de..... de 20.....

EL ORGANISMO DE CONTROL

Fdo:..... Fdo:.....

Nombre del Inspector

EL DIRECTOR TÉCNICO DEL  
ORGANISMO DE CONTROL

#### OBSERVACIONES:

1. Este acta, junto con sus anejos, se extiende por triplicado por el organismo de control que ha realizado la inspección. Si la inspección es favorable, la tercera copia será archivada por el organismo de control; la segunda será enviada al órgano competente de la comunidad autónoma y el original se le entregará al propietario. Si la inspección es desfavorable, la segunda copia será enviada por el organismo de control a la Administración competente, proponiendo la desclasificación del vehículo hasta que sean subsanados los defectos detectados.  
El propietario, si se trata de un vehículo cisterna (fijo o desmontable) o un vehículo batería, presentará las 2 copias recibidas de este acta en la estación ITV donde el vehículo efectúe la revisión reglamentaria. Ambos ejemplares tras ser sellados por la estación ITV, se devolverán al propietario del vehículo, el cual entregará uno de ellos al organismo de control que ha realizado la inspección para su archivo.
2. Si el acta es desfavorable, está prohibido solicitar una nueva inspección a otro organismo de control, excepto por decisión del órgano competente de la comunidad autónoma (artículo 16, Ley 21/1992).
3. Está prohibido someter a la cisterna a cualquier tipo de modificaciones, si no es previamente autorizado por el organismo de control y los cambios no quedan reflejados en una nueva acta.



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## APÉNDICE E.20

Ficha técnica sistema			
Fabricante			
Importador			
Tipo de sistema		Modelo	
Volumen total en metros cúbicos		Diámetro equivalente en metros	
Número de compartimentos		Materia envolvente	
Presión diseño en bar		Presión de prueba en bar	
Espesor virolas en milímetros		Espesor de fondos en milímetros	
Longitud total en metros		Clases de materias y bloques	
Plano de la sistema con sus equipos			
Firma y sello del fabricante		Firma y sello de la OCA	

RESULTADOS				
Indicaciones	Dimensiones	Descripción	Evaluación	Observaciones
Nombre operador y cualificación:			Nombre Inspector y cualificación:	
Fecha:	Inspector: Fabricante: Tercera parte:			



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## APÉNDICE E.25

**DOCUMENTOS V1 Y V2 Y ACTA DE CUMPLIMIENTO REGLAMENTARIO DE LA INSPECCIÓN DE UN VEHÍCULO, VEHÍCULO COMPLETO O COMPLETADO EXII, EX/III O MEMU, VEHÍCULO CISTERNA, VEHÍCULO BATERÍA, VEHÍCULO PARA CISTERNAS DESMONTABLES, VEHÍCULO PARA CONTENEDORES CISTERNA, VEHÍCULO PARA CISTERNAS PORTÁTILES O CGEM**

Nota: La Parte I del presente documento será la sometida a remisión, según lo establecido en el apartado 2 del artículo 18 de este real decreto. La Parte II quedará archivada en el organismo que ha realizado la Inspección.

### PARTE I

#### DOCUMENTOS V1 Y V2

##### A. ORGANISMO DE CONTROL

A.1	NUMERO DE INFORME:	
A.2	ORGANISMO DE CONTROL:	
A.3	NOMBRE DEL INSPECTOR:	
A.4	FECHAS DE INSPECCIÓN:	
A.5	DIRECCIÓN COMPLETA DEL LUGAR DE INSPECCIÓN:	

##### B. TIPO DE INSPECCIÓN

B.1	INSPECCIÓN INICIAL:	
B.2	INSPECCIÓN PERIÓDICA:	
B.3	OTRO TIPO DE INSPECCIÓN:	

##### C. TITULAR DEL VEHÍCULO

C.1	NOMBRE COMPLETO:	
C.2	CÓDIGO NIF:	
C.3	DIRECCIÓN COMPLETA:	

##### D. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL VEHÍCULO

D.1	NUMERO DE MATRICULA	
D.2	NUMERO DE BASTIDOR	
D.3	MARCA	
D.4	DENOMINACIÓN COMERCIAL	
D.5	FECHA DE MATRICULACIÓN	
D.6	EN SU CASO, FECHA DE PRIMERA MATRICULACIÓN	
D.7	MASA MÁXIMA TÉCNICAMENTE ADMISIBLE	
D.8	MASA MÁXIMA AUTORIZADA	
D.9	MASA MÁXIMA REMOLCABLE	
D.10	DESCRIPCIÓN DEL VEHÍCULO (TRACTOCAMIÓN, CAMIÓN CAJA, CAMIÓN PLATAFORMA, CAMIÓN ENTOLDADO, FURGÓN, FURGONETA, REMOLQUE, SEMIRREMOLQUE):	
D.11	CATEGORÍA DE HOMOLOGACIÓN COMO VEHÍCULO (N1, N2, N3, O1, O2, O3, O4):	
D.12	EN EL CASO DE VEHÍCULOS A MOTOR, TIPO DE CARBURANTE QUE UTILIZA (GASOLINA, GASÓLEO, GN, GLP)	



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## E. CARACTERÍSTICAS ADR DEL VEHICULO

E.1	DESIGNACIÓN DEL VEHICULO SEGUN 9.1.1.2 DEL ADR (EXII, EXIII, FL, OX, AT, MEMU):	
E.2	TIPO DE VEHICULO (VEHICULO, VEHICULO COMPLETO O COMPLETADO EXII, EXIII O MEMU, VEHICULO CISTERNA, VEHICULO BATERIA, VEHICULO PARA CISTERNAS DESMONTABLES, VEHICULO PARA CONTENEDORES CISTERNA, CISTERNAS PORTÁTILES O CGEM):	
E.3	SI DISPONE DE ELLA, MARCA DE HOMOLOGACIÓN COMPLETA SEGUN REGLAMENTO CEPEIONU/105 O DIRECTIVA 98/91/CE:	
E.4	EN CASO POSITIVO, ¿SE CORRESPONDEN TOTALMENTE LAS PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LA SERIE DE ENMIENDAS DEL REGLAMENTO CEPEIONU/105 / ADAPTACIÓN DE LOS ANEXOS DE LA DIRECTIVA 98/91/CE CON EL ADR VIGENTE EN EL MOMENTO DE LA INSPECCIÓN:	
E.5	EN CASO NEGATIVO, PUNTOS DEL ADR VIGENTE QUE NO ESTÁN CUBIERTOS POR LA HOMOLOGACIÓN:	

## F. TRANSPORTE DE LIQUIDOS INFLAMABLES, GASES INFLAMABLES Y MATERIAS DE LA CLASE 1

F.1	¿SE VAN A TRANSPORTAR LIQUIDOS INFLAMABLES DE PUNTO DE INFLAMACIÓN ≤ A 60°C O GASES INFLAMABLES?	SI ( )	NO ( )
F.2	¿SE VAN A TRANSPORTAR ALGUNA DE LAS SIGUIENTES MATERIAS?: UN 1049 HIDRÓGENO COMPRIMIDO; UN 1001 ACETILENO DISUELTO; UN 1131 DISULFURO DE CARBONO; CUALQUIER OTRA MATERIA DEL GRUPO DE EXPLOSIÓN IIC	SI ( )	NO ( )
F.3	¿SE VAN A TRANSPORTAR MATERIAS DE LA CLASE 1, GRUPO DE COMPATIBILIDAD J?	SI ( )	NO ( )

## G. EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO

TIPO G1:	CIRCUITOS CON ALIMENTACIÓN PERMANENTE SOBRE EL VEHICULO
TIPO G2:	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO INSTALADO EN EL COMPARTIMIENTO DE CARGA DE VEHICULOS PARA TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS
TIPO G3:	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO INSTALADO EN ZONAS DONDE ES, O SE ESPERA QUE SEA, ZONA DE PELIGRO EN VEHICULOS PARA TRANSPORTE DE LIQUIDOS INFLAMABLES DE PUNTO DE INFLAMACIÓN ≤ A 60°C O GASES INFLAMABLES
TIPO G4:	OTROS EQUIPAMIENTOS ALIMENTADOS PERMANENTEMENTE FUERA DE LA ZONA 0 Y 1
(Z0) ZONA 0:	INTERIOR DE LOS COMPARTIMENTOS DE LA CISTERNA, ACCESORIOS DE LLENADO Y VACIADO Y TUBERIAS DE RECUPERACIÓN DE VAPORES
(Z1) ZONA 1:	INTERIOR DE ARMARIOS DE PROTECCIÓN PARA EL EQUIPAMIENTO UTILIZADO PARA EL LLENADO Y VACIADO, Y ZONA SITUADA A MENOS DE 0,5 M DE LOS DISPOSITIVOS DE AIREACIÓN Y VÁLVULAS DE DESCOMPRESIÓN
(ZC):	CABINA DEL CONDUCTOR
(ZG):	OTROS EMPLAZAMIENTOS

TIPO	ZONA	DENOMINACIÓN DEL EQUIPO	N.º DE SERIE EQUIPO	MARCADO	DESCRIPCIÓN



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

APARTADOS ADR	REQUERIMIENTOS	S/N/A
H	<b>SOBRE VEHICULO</b>	
	<b>EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO</b>	
9.2.2.2	CANALIZACIONES	
9.2.2.3	DESCONECTADOR DE BATERÍAS	
9.2.2.4	BATERÍAS	
9.2.2.5	CIRCUITOS CON ALIMENTACIÓN PERMANENTE	
9.2.2.6	INSTALACION ELECTRICA COLOCADA EN LA PARTE POSTERIOR DE LA CABINA DE CONDUCCIÓN.	
	<b>EQUIPAMIENTO DE FRENADO</b>	
9.2.3.1	REGLAMENTO ECE N.º 130 DIRECTIVA 71/320/CEE, DE ACUERDO CON LAS FECHAS DE APLICACIÓN QUE FIGURAN EN EL REAL DECRETO 2028/1986, DE 6 DE JUNIO.	
9.2.3.1	DISPOSITIVO DE FRENADO ANTIBLOQUEO	
9.2.3.1	DISPOSITIVO DE FRENADO DE RESISTENCIA	
9.2.3.2	(SIN CONTENIDO)	
	<b>PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS DE INCENDIO</b>	
9.2.4.2	CABINA	
9.2.4.3	DEPOSITOS DE CARBURANTE	
9.2.4.4	MOTOR	
9.2.4.5	DISPOSITIVO DE ESCAPE	
9.2.4.6	FRENO DE RESISTENCIA DEL VEHICULO	
9.2.4.7	CALEFACCIONES A COMBUSTIÓN	
	<b>OTROS EQUIPOS</b>	
9.2.5	DISPOSITIVO DE LIMITACIÓN DE VELOCIDAD	
9.2.6	DISPOSITIVO DE ENGANCHE DEL REMOLQUE	
I	<b>EN SU CASO, SOBRE VEHÍCULOS EXVII O EXVIII COMPLETOS O COMPLETADOS</b>	
9.3.1	MATERIALES A UTILIZAR PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAJA DE LOS VEHÍCULOS	
9.3.2	CALEFACCIONES A COMBUSTIÓN	
9.3.3	DISEÑO, CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DE VEHÍCULOS EXVII	
9.3.4	DISEÑO, CONSTRUCCION Y EQUIPAMIENTO DE VEHÍCULOS EXVIII	
9.3.5	COMPARTIMENTO DE CARGA Y MOTOR DE VEHÍCULOS EXVII Y EXVIII	
9.3.6	FUENTES EXTERNAS DE CALOR Y COMPARTIMENTO DE CARGA DE VEHÍCULOS EXVII Y EXVIII	
9.3.7	EQUIPAMIENTO ELECTRICO	
J	<b>EN SU CASO, SOBRE VEHÍCULOS CISTERNA (CISTERNAS FIJAS) VEHÍCULOS BATERÍA Y VEHÍCULOS COMPLETOS O COMPLETADOS UTILIZADOS PARA EL TRANSPORTE DE MERCANCIAS PELIGROSAS EN CISTERNAS DESMONTABLES CON CAPACIDAD SUPERIOR A 1 METRO CÚBICO O CONTENEDORES CISTERNA, CISTERNAS PORTÁTILES O CGEM DE UNA CAPACIDAD SUPERIOR A 3 METROS CÚBICOS (VEHÍCULOS FL, OX Y AT)</b>	
9.7.2	EN EL CASO DE CISTERNAS FIJAS METÁLICAS, DE LOS ELEMENTOS DE LOS VEHÍCULOS BATERÍA, DE LAS CISTERNAS FIJAS DE PLÁSTICO REFORZADO, DE LAS CISTERNAS FIJAS DE RESIDUOS QUE OPERAN AL VACÍO	
9.7.3	MEDIOS DE FIJACION	
9.7.4	PUESTA A TIERRA DE VEHÍCULOS FL	
9.7.5	ESTABILIDAD DE LOS VEHÍCULOS CISTERNA	
9.7.6	PROTECCION POSTERIOR DE LOS VEHÍCULOS	
9.7.7	CALEFACCIONES A COMBUSTIÓN	
9.7.8	EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO	



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

K	EN SU CASO, SOBRE VEHÍCULOS MEMU COMPLETOS O COMPLETADOS		
9.8.2	LAS CISTERNAS, CONTENEDORES PARA GRANEL Y COMPARTIMENTOS ESPECIALES PARA EXPLOSIVOS		
9.8.3	PUESTA TIERRA DE LOS VEHÍCULOS		
9.8.4	ESTABILIDAD DE LOS VEHÍCULOS		
9.8.5	PROTECCIÓN POSTERIOR DE LOS VEHÍCULOS		
9.8.6	CALEFACCIÓN A COMBUSTIÓN		
9.8.7	DISPOSICIONES SUPLEMENTARIAS DE SEGURIDAD		
9.8.8	DISPOSICIONES SUPLEMENTARIAS DE PROTECCIÓN		

## ACTA DE CUMPLIMIENTO REGLAMENTARIO DEL VEHÍCULO

Efectuada la inspección del vehículo descrito por el inspector de este organismo en el lugar y fechas que constan en este informe, comprobadas sus características técnicas en inspección así como en los certificados referenciados en la parte II y tarjeta ITV, de conformidad con lo establecido por la reglamentación vigente, se considera que vehículo, según el ADR:

- o Puede ser aprobado como vehículo EX/II.
- o Puede ser aprobado como vehículo EX/III.
- o Puede ser aprobado como vehículo MEMU.
- o Puede ser aprobado como vehículo FL.
- o Puede ser aprobado como vehículo OX.
- o Puede ser aprobado como vehículo AT.
- o No puede ser aprobado para transporte ADR.<sup>6</sup>

La eficacia del sistema de frenado de resistencia es suficiente para un peso total de la unidad de transporte de ..... toneladas.<sup>7</sup>

En..... a ..... de ..... de 20 .....

EL ORGANISMO DE CONTROL

NOTA 1: En los vehículos matriculados por primera vez con posterioridad al 1 de julio de 2004, sólo podrá considerarse que el vehículo cumple con los requerimientos sobre el vehículo si dicho vehículo está homologado conforme a la Directiva 98/91/CE o Reglamento CEPE/ONU 105, de conformidad con la actualización vigente de los anexos I y II del Real Decreto 2028/1986, de 6 de junio. Como alternativa podrá aceptarse, previa autorización del Centro Directivo del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio competente en materia de Seguridad Industrial, un informe favorable del Laboratorio oficial en el que se evalúen las discrepancias con la citada directiva o reglamento.

## OBLIGACIONES DEL TRANSPORTISTA:

1. Una vez que una cisterna desmontable se una al vehículo portador, el conjunto deberá cumplir las disposiciones relativas a los vehículos cisterna.
2. Las cisternas desmontables metálicas deberán cumplir las disposiciones pertinentes.
3. Los elementos de los vehículos batería y de los CGEM deberán cumplir las disposiciones pertinentes del ADR.
4. En los vehículos portadores de cisternas desmontables, los medios de fijación deberán cumplir los requerimientos establecidos en el ADR.



## **VI.EVALUACION DE RIESGOS DE LA SEGURIDAD Y DEL MEDIO AMBIENTE.**

### **VI.1.Accidentes. Plan de emergencia. Evaluación de riesgos según productos a transportar.**

Las normas de actuación en caso de avería o accidente siguen el siguiente orden.

#### **VI.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, los miembros de la tripulación tomarán llevarán a cabo las siguientes acciones cuando sea seguro y practicable, que son las siguientes:

- Aplicar el sistema de frenado, apagar el motor y desconectar la batería accionando el interruptor cuando exista.
- Evitar fuentes de ignición, en particular, no fumar o activar ningún equipo eléctrico.
- Informar a los servicios de emergencia apropiados, proporcionando tanta información como sea posible sobre el incidente o accidente y las materias involucradas.
- Ponerse el chaleco fluorescente y colocar las señales de advertencia autoportantes como sea apropiado.
- Mantener los documentos de transporte disponibles para los receptores a su llegada.
- 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.
- Siempre que sea posible hacerlo con seguridad, emplear los extintores para apagar incendios pequeños o iniciales en neumáticos, frenos y compartimento del motor.
- Los miembros de la tripulación del vehículo no deberán actuar contra los incendios en los compartimentos de carga.
- 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.
- Apartarse de las proximidades del accidente o emergencia, aconsejar a otras personas que se aparten y seguir el consejo de los servicios de emergencias.
- Quitarse toda ropa y equipos de protección contaminados después de su utilización y deshacerse de estos de forma segura.

Y se 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





## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

comunicará también a la empresa transportista y a la empresa expedidora, identificadas como tales en la carta de porte o documentos de transporte.

En caso de imposibilidad de actuación de los miembros de la tripulación. En tal caso, 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 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.

Cuando se ha de comunicar un accidente o avería, se efectuará por el medio más rápido posible e incluirá, los siguientes datos:

- Localización del suceso.
- Estado del vehículo implicado y características del suceso.
- Datos sobre las mercancías peligrosas transportadas.
- Existencia de víctimas.
- Condiciones meteorológicas.
- 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.

También se ha de ejecutar un plan 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 de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera. Los planes especiales serán elaborados de acuerdo con lo establecido en la Directriz básica de planificación de protección civil ante el riesgo de accidentes en los transportes de mercancías peligrosas por carretera.

Acorde al plan de actuación se han de establecer una serie de acuerdos de colaboración. Regulados por el Ministerio del Interior, o por los órganos competentes de las Comunidades Autónomas en cada caso, así como por aquellas entidades que representen sectores profesionales interesados y con el fin de colaborar en las actuaciones en caso de accidente, se fomentarán acuerdos o pactos de ayuda mutua entre las propias empresas de los sectores profesionales, y acuerdos o convenios de colaboración de dichas empresas con las autoridades competentes en tales circunstancias. De los mismos se dará información a la



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

Comisión Nacional de Protección Civil y, según proceda, a la Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas.

Se han de realizar unos informes de las actuaciones que realicen los órganos competentes en materia de control de tráfico y seguridad vial, como consecuencia de accidentes o incidentes de vehículos de mercancías peligrosas, en los que se vea implicada la mercancía, se remitirá un informe a la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, que dará traslado del mismo a la Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas. En el caso de que, como, consecuencia de accidentes o incidentes de cisternas de mercancías peligrosas, se vean afectados el depósito o sus equipos, los órganos competentes en la ordenación y el control de tráfico remitirán un informe fotográfico, relativo al estado de la cisterna, a la Comisión para la Coordinación del Transporte de Mercancías Peligrosas. Asimismo, el órgano competente en materia de industria podrá requerir al propietario de la cisterna un informe de un organismo de control legalmente establecido. La empresa remitirá el informe sobre sucesos notificables, dicho informe a cumplimentar es el siguiente:



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

Transportista/Empresa ferroviaria:

.....

Dirección:

.....

Nombre de la persona de

contacto:.....Teléfono:.....Fax:.....

## 1. Modo

Ferrocarril

Número de vagón

.....

Carretera

Matrícula del vehículo

.....

## 2. Fecha y lugar del suceso

Año: ..... Mes: ..... Día: ..... Hora: .....

### Ferrocarril

Estación

Estación de clasificación/formación de composición de trenes

Zona de carga/descarga/transbordo

Lugar/País: .....

o

Vía general

Nombre de la línea:.....

Kilómetro:.....

### Carretera

Zona urbana

Zona de carga/descarga/transbordo

Carretera

Lugar/País: .....

## 3. Topografía

Pendiente/cuesta

Túnel

Puente/paso inferior

Cruce

## 4. Condiciones meteorológicas particulares

Lluvia

Nieve

Hielo

Niebla

Tormenta

Tempestad

Temperatura: .... °C

## 5. Descripción del suceso

Descarrilamiento/salida de la calzada

Colisión

Vuelco

Incendio

Explosión

Derrame

Fallo técnico

Otros detalles del suceso:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



# PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

## 6. Mercancías peligrosas implicadas

Número UN <sup>(1)</sup>	Clase	Grupo de embalaje	Cantidad estimada de producto derramado (kg. o litros) <sup>(2)</sup>	Tipo del continente <sup>(3)</sup>	Material del continente	Tipo de fallo del continente <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Para mercancías peligrosas asignadas a entradas colectivas en las que sea de aplicación la disposición especial 274, también se indicará el nombre técnico.

<sup>(2)</sup> Para clase 7, indicar los valores según los criterios del 1.8.5.3.

<sup>(3)</sup> Indicar el número apropiado

- 1 Embalaje
- 2 GRG (IBC)
- 3 Gran embalaje
- 4 Pequeño contenedor
- 5 Vagón
- 6 Vehículo
- 7 Vagón-cistema
- 8 Vehículo-cistema
- 9 Vagón-batería
- 10 Vehículo-batería
- 11 Vagón con sistemas portátiles
- 12 Sistema desmontable
- 13 Gran contenedor
- 14 Contenedor-cistema
- 15 CGEM
- 16 Sistema portátil

<sup>(4)</sup> Indicar el número apropiado

- 1 Derrame o pérdida
- 2 Incendio
- 3 Explosión
- 4 Fallo estructural

## 7. Causa del suceso

- Fallo técnico
- Estiba inadecuada
- Causa operacional (ferrocarril)
- Otras:

.....

.....

.....

## 8. Consecuencias del suceso

### Daños personales ligados a las mercancías peligrosas:

- Muertos (número: .....)
- Heridos (número: .....)

### Pérdida de producto:

- Sí
- No
- Riesgo inminente de pérdida de producto

### Daños materiales o al medio ambiente:

- Importe estimado del daño  $\leq$  50,000 Euros
- Importe estimado del daño  $>$  50,000 Euros

### Intervención de las autoridades:

- Sí
  - Evacuación de personas durante al menos tres horas motivada por la presencia de mercancías peligrosas
  - Corte de carreteras o vías durante al menos tres horas debido a la presencia de mercancías peligrosas
- No



Cuando concurren las circunstancias enumeradas en el mismo, en un plazo no superior a treinta días naturales desde la fecha del suceso, a la Dirección General de Transporte Terrestre y al órgano competente de la Comunidad Autónoma o de las Ciudades de Ceuta y Melilla en cuyo territorio hubiera tenido lugar el suceso. Todo ello sin perjuicio de una posterior ampliación de este informe.

### **VI.2.Seguridad de la tripulación. Equipamiento de seguridad. EPIS.**

El equipamiento de protección individual para ser utilizado cuando surja una emergencia general o que sucedan riesgos particulares que deberá encontrarse a bordo del vehículo será necesario para afrontar cualquier incidente producido durante las operaciones de carga, almacenamiento, descarga, manipulación y transporte de Mercancías Peligrosas y este está compuesto por:

- Un chaleco o ropa fluorescente.  
Normalizado según UNE-EN 471, norma que detalla los aspectos fundamentales para la efectividad de los chalecos. Como por ejemplo: la superficie mínima que deben cubrir los materiales de alta visibilidad es de 0,50 m<sup>2</sup> en el material de fondo y de 0,13 m<sup>2</sup> en el material retrorreflectante. Los chalecos deben tener dos bandas de material retrorreflectante separadas 50 mm como mínimo, que rodeen el torso con una inclinación máxima de  $\pm 20^\circ$  respecto de la horizontal. La parte baja de la banda inferior no debe estar a menos de 50 mm del borde inferior del chaleco. Hay definidos tres rangos de color de material de fondo (amarillo, rojo o anaranjado fluorescente) y de material combinado para la ropa; los tres confieren, durante el día, visibilidad sobre la mayor parte de los entornos rurales y urbanos. De todas formas, los usuarios deberían tener en cuenta el fondo ambiental predominante en el que se requiere la protección y seleccionar así el color que proporcione el mejor contraste.
- Aparato de iluminación portátil.  
Siguiendo la norma: UNE-EN 60598-2-4, “luminarias, requisitos particulares, luminarias portátiles de uso general”
- Un par de guantes protectores.  
Según la normativa EN 374-1:2003 la cual establece todos los criterios que han de cumplir dichos guantes para manipular productos químicos.
- Un equipo de protección ocular.  
La norma que rige todos los equipos de protección ocular es UNE-EN 166, la cual especifica los requisitos funcionales que ha de tener la protección ocular.

Cada unidad de transporte que lleve mercancías peligrosas deberá ir equipada con los elementos de protección general. Deberán seleccionarse los elementos del equipo de acuerdo con la etiqueta de peligro de las mercancías cargadas. Los números de las etiquetas se pueden identificar mediante el documento de transporte. 8.1.5.2 Toda unidad de transporte debe tener a bordo el equipamiento



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

siguiente: un calzo por vehículo, de dimensiones apropiadas a la masa bruta máxima admisible del vehículo y del diámetro de las ruedas; de dos señales de advertencia autoportantes; líquido para el lavado de los ojos.

Toda unidad de transporte, debe llevar a bordo el equipamiento siguiente:

- - un calzo por vehículo, de dimensiones apropiadas para la masa máxima del vehículo y el diámetro de las ruedas.
- - dos señales de advertencia autoportantes.
- - líquido para el lavado de los ojos.

Además ha de llevar un equipamiento adicional requerido para ciertas clases, como es el caso de la clase 2:

- -una pala.
- -un obturador de entrada al alcantarillado.
- -un recipiente colector.



**VI.3.Prevenición de riesgos de incendios. Cabina. Depósitos de carburantes. Motor. Equipos de extinción de incendios.**

En el caso de la cisterna fabricada es de tipo “FL” por tanto la prevención de riesgos de incendio sigue lo indicado en la siguiente tabla:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	VEHÍCULOS					OBSERVACIONES	
	EX/II	EX/III	AT	FL	OX		
<b>9.2.4</b>	<b>PREVENCIÓN DE RIESGOS DE INCENDIO</b>						
9.2.4.2	Cabina				X		
9.2.4.3	Depósitos de carburante	X	X		X	X	
9.2.4.4	Motor	X	X		X	X	
9.2.4.5	Dispositivo de escape	X	X		X		
9.2.4.6	Freno de resistencia del vehículo		X	X	X	X	
9.2.4.7	Calefacción a combustión						
9.2.4.7.1, 9.2.4.7.2, 9.2.4.7.5		X <sup>d</sup>	X <sup>d</sup>	X <sup>d</sup>	X <sup>d</sup>	X <sup>d</sup>	<sup>d</sup> Aplicable a los vehículos a motor equipados después del 30 de junio de 1999. Puesta de conformidad obligatoria antes del 1 de enero del 2010 para los vehículos equipados antes del 1 de julio de 1999. La fecha de la primera matriculación del vehículo se utilizará cuando la fecha de equipamiento del vehículo no este disponible.
9.2.4.7.3, 9.2.4.7.4					X <sup>d</sup>	<sup>d</sup> Aplicable a los vehículos a motor equipados después del 30 de junio de 1999. Puesta de conformidad obligatoria antes del 1 de enero del 2010 para los vehículos equipados antes del 1 de julio de 1999. La fecha de la primera matriculación del vehículo se utilizará cuando la fecha de equipamiento del vehículo no este disponible.	
9.2.4.7.6.		X	X				

**Depósitos de carburante.**

Los depósitos de carburante para la alimentación del motor del vehículo deberán responder a las disposiciones siguientes:

- a) En caso de fugas, el carburante se deberá filtrar hasta el suelo sin entrar en contacto con las partes calientes del vehículo o de la carga.
- b) Los depósitos que contengan la gasolina deberán ir equipados con un dispositivo cortallamas eficaz que se adapte a la boca de llenado o de un dispositivo que permita mantener la boca de llenado cerrada herméticamente.

**Motor.**

Los motores que arrastren los vehículos deberán ir equipados y estar ubicados de modo que se evite cualquier peligro para el cargamento a consecuencia de un recalentamiento o inflamación. En el caso de los vehículos EX/II y EX/III, el motor deberá ser un motor de encendido por compresión.



### **Dispositivo de escape.**

El dispositivo de escape (incluyendo los tubos de escape) debe dirigirse o protegerse de modo que se evite cualquier peligro para el cargamento a causa de un recalentamiento o inflamación. Las partes del escape que se encuentren directamente debajo del depósito de carburante (diesel) se deberán hallar a una distancia mínima de 100 mm o estar protegidas por una pantalla térmica.

### **Freno de resistencia del vehículo.**

Los vehículos equipados con un dispositivo de frenado de resistencia que emita temperaturas elevadas, situado detrás de la pared posterior de la cabina, deberán estar provistos de un aislamiento térmico entre el dispositivo y la cisterna o el cargamento, fijado de modo sólido y colocado de tal manera que permita evitar cualquier recalentamiento, aunque sea limitado, de la pared de la cisterna o el cargamento. Además, este aislamiento deberá proteger al aparato contra las fugas o derrames, incluso accidentales, del producto transportado. Se considerará satisfactoria una protección que tenga, por ejemplo, una capota con pared doble.

### **Calefacciones a combustión**

Las calefacciones a combustión deben cumplir las disposiciones técnicas pertinentes del Reglamento ECE N° 1223, según se ha modificado, o de la Directiva 2001/56/CE4, modificada de acuerdo con las fechas de aplicación que se especifican.

Las calefacciones a combustión y sus conductos de escape de gases deberán diseñarse, ubicarse y estar protegidos o recubiertos de modo que se prevenga cualquier riesgo inaceptable de recalentamiento o de inflamación de la carga. Se considerará que se cumple con esta disposición si el depósito y el sistema de escape del aparato cumplen con disposiciones análogas a las prescritas para los depósitos de carburante y los dispositivos de escape de los vehículos.

Se deberá asegurar el corte de las calefacciones a combustión al menos por los métodos siguientes:

- corte manual a voluntad desde la cabina del conductor.
- parada del motor del vehículo; en este caso, el aparato de calefacción se podrá volver a poner en marcha manualmente por el conductor.
- puesta en marcha de una bomba de alimentación en el vehículo a motor para las mercancías peligrosas transportadas.

Se autorizará una marcha residual después de que los dispositivos de calefacción complementarios se hayan cortado. En lo que concierne a los métodos anteriores, la alimentación de aire de la combustión se deberá interrumpir por medidas apropiadas después de un ciclo de marcha residual de un máximo





de 40 segundos. Solamente se deberán utilizar aquellos dispositivos de calefacción a combustión para los que se haya probado que el cambiador de calor resiste un ciclo de marcha residual reducido de 40 segundos para su período de utilización normal.

La calefacción a combustión se deberá poner en marcha manualmente. Se prohíbe el uso de dispositivos de programación.

### Medios de extinción de incendios.

El cuadro siguiente indica las disposiciones mínimas para los extintores de incendio portátiles adaptados a las clases de inflamabilidad: A, B y C, aplicables a las unidades de transporte que transporten mercancías peligrosas, excepto las indicadas ahora más adelante.

(1) Masa máxima admisible de la unidad de transporte	(2) Número mínimo de extintores	(3) Capacidad mínima total por unidad de transporte	(4) Extintor adaptado a un incendio en el compartimento motor o la cabina - al menos un extintor con una capacidad mínima de:	(5) Disposiciones relativas al/los extintor/es suplementarios - al menos un extintor con una capacidad mínima de:
≤ 3,5 toneladas	2	4 kg.	2 kg.	2 kg.
> 3,5 toneladas ≤ 7,5 toneladas	2	8 kg.	2 kg.	6 kg.
> 7,5 toneladas	2	12 kg.	2 kg.	6 kg.

La capacidad se entiende para un aparato conteniendo polvo (en el caso de otro agente extintor aceptable, la capacidad deberá ser equivalente)

En el caso de la cisterna ha de llevar como mínimo dos extintores para apagar fuego de clase C, la suma de sus capacidades ha de ser como mínimo de 12 Kg.

Los extintores deberán estar adaptados para la utilización en un vehículo y cumplir la normativa: “Extintores de incendio portátiles, Parte 7 (EN 3-7:2004 + A1: 2007)”. Si el vehículo está equipado, para luchar contra el incendio del motor, con un dispositivo fijo, automático o fácil de poner en marcha, no será necesario que el extintor portátil esté adaptado a la lucha contra un incendio del motor. Los agentes extintores contenidos en los extintores con que va provista la unidad de transporte deberán ser tales, que ni puedan desprender gases tóxicos en la cabina de conducción, ni tampoco al verse influidos por el calor de un incendio.

Los extintores de incendio portátiles deberán ir provistos de un precinto que permita comprobar que no han sido utilizados. Además, deberán llevar una marca de conformidad con una norma reconocida por una autoridad competente, así como una inscripción que indique al menos la fecha (mes, año) de la próxima inspección periódica o la fecha límite de validez. Los extintores de incendios deberán ser objeto periódicamente de una inspección, de acuerdo con las normas nacionales, con el fin de garantizar su funcionamiento con total seguridad.



Los extintores de incendios deberán estar instalados a bordo de la unidad de transporte de manera que sean fácilmente accesibles para la tripulación. Su instalación deberá protegerlos de los efectos climáticos de modo que sus capacidades operacionales no se vean afectadas.

#### **VI.4. Dispositivos. Limitadores de velocidad. Protección posterior. Equipamiento eléctrico.**

Los vehículos a motor (portadores y tractores para semirremolques) con una masa máxima superior a 3,5 toneladas deberán ir equipados con un dispositivo de limitación de velocidad conforme a las disposiciones técnicas del Reglamento ECE N° 895, modificado. El dispositivo se debe regular de tal manera que la velocidad no pueda exceder de 90 km/h, teniendo en cuenta la tolerancia técnica del dispositivo.

##### **Protección posterior de los vehículos.**

La parte posterior del vehículo deberá estar dotada, en todo el ancho de la cisterna, de un parachoques suficientemente resistente a los impactos traseros. Entre la pared posterior de la cisterna y la parte posterior del parachoques, deberá existir una separación mínima de 100 mm (esta separación se medirá referenciada al punto más posterior o a los accesorios salientes en contacto con la materia transportada). Los vehículos con depósitos basculantes para el transporte de materias pulverulentas o granulares, y las cisternas de residuos que operan al vacío con depósito basculante y de descarga por detrás, no deberán estar provistos de parachoques, si los equipamientos posteriores de los depósitos disponen de un medio de protección que proteja los depósitos del mismo modo que un parachoques.

##### **Equipamiento eléctrico.**

El equipamiento eléctrico de los vehículos FL, instalado en aquellas zonas en que exista o pueda existir una atmósfera explosiva en una proporción tal que sean necesarias precauciones especiales, deberá ser de características apropiadas para la utilización en zona peligrosa. Este equipamiento deberá cumplir con las disposiciones generales de la norma CEI 60079 partes 0 y 14, y con las disposiciones adicionales aplicables de la norma CEI 60079 partes 1, 2, 5, 6, 7, 11 ó 182. Deberá satisfacer las disposiciones aplicables al material eléctrico del grupo y clase de temperatura pertinentes, de acuerdo con las materias a transportar. Para la aplicación de la norma CEI 60079 parte 142, se deberá aplicar la siguiente clasificación:

ZONA 0 Interior de los compartimentos de cisternas, accesorios de llenado y vaciado, y tuberías de recuperación de vapores.

ZONA 1 Interior de armarios de protección para el equipamiento utilizado para el llenado y vaciado, y zona situada a menos de 0,5 m de los dispositivos de aireación y válvulas de descompresión.



## PFC

DEPARTAMENTO  
DE INGENIERÍA  
DE MATERIALES  
Y FABRICACIÓN.

El equipamiento eléctrico permanentemente bajo tensión, incluyendo los cables, situado fuera de las zonas 0 y 1, deberá cumplir las disposiciones que se aplican a la zona 1 para el equipamiento eléctrico en general o las disposiciones aplicables a la zona 2 de acuerdo con la IEC 60079 parte 142 para el equipamiento eléctrico situado en la cabina del conductor. Deberá satisfacer las disposiciones aplicables al material eléctrico del grupo pertinente de acuerdo con las materias a transportar.

### **VII.PLANOS.**