



Guía de diseño de envases plásticos para mercancías peligrosas

Guía de diseño de envases plásticos para mercancías peligrosas

Autores

Raúl Moreno Castelló
Eva M^a Esteban Rivilla
Marta A. Vicente Medina
Bernardo Vicente Morell

**Diseño cubierta /
Concepto interior**

Iván Duro Garcés

Edita

AIDIMME

Índice

0. INTRODUCCIÓN	Pág. 6
1. NECESIDAD MERCADO – RESTRICCIONES REGLAMENTARIAS	Pág. 9
¿Para qué mercancía peligrosa o conjunto de mercancías peligrosas queremos que sea válido nuestro diseño?	Pág. 10
¿Cuál es el tipo de construcción y volumen de envase apropiado?	Pág. 11
¿Cuál es el tipo y grado de plástico a utilizar?	Pág. 11
¿Cómo se escoge el tipo de cierre y material plástico adecuado?	Pág. 12
¿Qué documentación técnica necesitamos generar?	Pág. 12
¿Qué coste de envase podemos asumir?	Pág. 12
2. DISEÑO PROTOTIPO	Pág. 14
¿Qué puntos hay que tener en cuenta durante el diseño del prototipo?	Pág. 15
¿Qué dimensiones debe cumplir el envase?	Pág. 15
¿Cómo saber si el diseño está bien encaminado a cumplir con los requisitos técnicos?	Pág. 15
¿Qué se necesita para realizar la simulación de los ensayos?	Pág. 17
¿Cómo puedo optimizar mediante el diseño la cantidad de material utilizado para la fabricación del envase?	Pág. 17
¿Cómo se aplican los requerimientos sobre compatibilidad química en los envases plásticos utilizados para el transporte de mercancías peligrosas?	Pág. 18
3. VALIDACIÓN REGLAMENTARIA	Pág. 25
¿Cómo proceder para obtener la certificación de tipo del envase que fabricamos?	Pág. 26
¿Una certificación de tipo es válida indefinidamente?	Pág. 28
¿Cómo proceder si el envase no pasa satisfactoriamente la validación?	Pág. 28

La Guía de Diseño de Envases Plásticos para Mercancías Peligrosas permitirá a las empresas interesadas en realizar una certificación de tipo, conocer previamente el proceso global minimizando costes y tiempos. La guía describe los pasos a seguir desde la concepción del diseño hasta conseguir la contraseña que habilita poder aplicar el marcado reglamentario a los envases para poder comercializarlos.

Esta guía pretende ser una herramienta de consulta útil para aquellas firmas que desean poner en el mercado envases plásticos para productos químicos peligrosos que requieren que se cumplan una serie de requisitos reglamentarios complejos.



0. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

En nuestro día a día entramos en contacto con multitud de productos químicos que necesitamos utilizar, como puede ser la gasolina, el sulfamán, el alcohol etílico, insecticidas, o una batería. Algunos de ellos pueden parecernos que no entrañan peligro o lo consideramos muy bajo. Sin embargo, incluso pequeñas cantidades de esas materias que no se usen de acuerdo con sus instrucciones de seguridad pueden dar lugar a serios accidentes.

Estas materias peligrosas preparadas podemos definir las como sustancias, mezclas de sustancias, disoluciones, artículos u objetos que debido a sus propiedades físicas, químicas o toxicológicas, pueden producir durante su fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, daños de diversa magnitud en personas, equipos de transporte o medio ambiente.

¿Qué son las mercancías peligrosas?

Se puede definir mercancía peligrosa como aquella materia susceptible de agravar las consecuencias de un accidente. O dicho de otro modo son las materias peligrosas que van a ser transportadas.

El transporte de mercancías peligrosas es una necesidad que la sociedad demanda y está presente en muchas transacciones comerciales. Para minimizar al máximo las consecuencias de los accidentes debidos a estas materias debe regularse su transporte. Así, en las reglamentaciones se define mercancía peligrosa como aquella materia u objeto cuyo transporte está prohibido o autorizado exclusivamente bajo las condiciones establecidas en la normativa específica reguladora del transporte de mercancías peligrosas.

¿Por qué las mercancías peligrosas tienen reglas?

Era habitual que alguna empresa llamara preguntando por qué tiene que cumplir estas reglamentaciones si había estado transportando su producto durante años sin ningún problema. Este pensamiento se ha reducido mucho en la actualidad, hay más conciencia, pero no suficiente conocimiento de las reglamentaciones. Es políticamente inaceptable que una persona sea herida por una mercancía peligrosa aunque haya muchísimos más muertos en nuestras carreteras cada año debido a los vehículos, que al contenido de los transportes.

Los reglamentos de transporte tienen como prioridad la seguridad de las personas, los medios de transporte, las actividades y el medio ambiente. Para ello, toda mercancía peligrosa debe ser clasificada, envasada/embalada, identificada, etiquetada y documentada; responsabilidad generalmente del productor o del expedidor.

¿Por qué utilizar embalajes especiales?

La principal causa de accidentes durante en el transporte de bultos con mercancías peligrosas son las roturas o derrames. Para minimizar dichas roturas o derrames, como norma general, los embalajes deben de ser de buena calidad, no permitir pérdidas de contenido, no sufrir alteraciones químicas por la mercancía peligrosa que contienen, fabricados y probados según un programa de calidad.

En diferentes sectores productivos, en especial en la Comunidad Valenciana, como el sector metalmecánico, del mueble y afines, se utilizan productos químicos, normalmente clasificados como mercancías peligrosas, que se deben transportar en envases y embalajes de diferentes materiales y de buena calidad. Uno de los materiales más utilizados en su fabricación es el plástico, más concretamente el polietileno de alta densidad (HDPE), pero en su proceso de fabricación se pueden producir una serie de problemas que pueden ser el origen de fisuras o roturas en los envases fabricados si no se toman las medidas técnicas adecuadas.



**1. NECESIDAD MERCADO
RESTRICCIONES
REGLAMENTARIAS**

NECESIDAD MERCADO – RESTRICCIONES REGLAMENTARIAS

El primer paso en el diseño de un envase para mercancías peligrosas es definir qué necesidad del mercado deseamos cubrir.

En general, el mercado de las mercancías peligrosas no se mueve por modas, gustos o comportamiento de los usuarios, aunque información de estos aspectos nos será útil. Más bien se rige por la necesidad de un transporte seguro, que cumpla la reglamentación y claro está, al mínimo coste.

Podemos acudir a diversas empresas especializadas, organismos sectoriales e incluso organismos oficiales y de la administración pública, para obtener información estadística de diversa índole relacionada con el transporte de sustancias y preparados peligrosos (consumos, rutas de transporte, usuarios de productos químicos y sectores implicados, modificaciones normativas, restricciones reglamentarias, etc.), que ayudará a la empresa a focalizar el nicho de mercado y su ámbito nacional y/o internacional.

Toda información recopilada previa al diseño nos ayudará a obtener mejores resultados del proyecto.

Así mismo, debemos conocer toda la reglamentación aplicable al transporte de dichos productos químicos y qué restricciones técnicas tenemos para poder abordar el proyecto con garantías.

La empresa debe apoyarse en empresas especialistas en mercancías peligrosas en varios ámbitos de conocimiento reglamentario:

- Los **Organismos de Control**, brazos de la administración, guiarán a la empresa en los trámites administrativos.
- Oficinas técnicas expertas: El área de mercancías peligrosas de AIDIMME asesora a empresas y recomienda los parámetros de ensayo para obtener una certificación de tipo adecuada.
- **Laboratorios acreditados**: AIDIMME.

Lo primero que debemos fijar son los parámetros básicos iniciales para el diseño de nuestro envase: Mercancía peligrosa, tipo y volumen deseado, grado del plástico, coste.

¿Para qué mercancía peligrosa o conjunto de mercancías peligrosas queremos que sea válido nuestro diseño?

Utilizaremos como ejemplo el disolvente acetona o mezclas de éste con otras sustancias.

Si el usuario final nos pide un envase especial para un producto particular:

Pediremos la ficha de datos de seguridad y consultaremos el apartado 14 de la misma que indica información relativa al transporte. Allí podremos obtener:

- Número ONU (número de cuatro cifras asignado por Naciones Unidas que identifica una mercancía peligrosa).
- Clasificación: nos indica el tipo de riesgo (inflamable, corrosivo, etc.).
- Grupo de embalaje: indica grado de peligrosidad (muy, medianamente o poco peligroso).

Otros datos que necesitaremos conocer:

- Presión de vapor del líquido a transportar a 50°C o a 55 °C o definir una presión de prueba mínima entre 100 y 250 kPa.
- Instrucción de embalaje. Marcado en los reglamentos de transporte y nos indicará restricciones de utilización de materiales, volúmenes, etc.
- Modo o modos de transporte a utilizar: carretera, ferrocarril, marítimo, aéreo, vía fluvial. Nos marcará la reglamentación internacional de aplicación.
- Tipo de cierre: con dispositivo de venteo o sin venteo.

Para la acetona, el número ONU es 1090, clasificado como líquido inflamable de la clase 3, siendo el grupo de embalaje II (medianamente peligrosa). Su presión de vapor a 55°C es de unos 97 kPa. No se necesita venteo.

Si deseamos un envase para un conjunto de mercancías peligrosas según demanda el mercado:

Deberemos definir los siguientes parámetros previamente a empezar con el proceso de diseño:

- Acotar el número de mercancías peligrosas definiendo:
 - Grupo de embalaje. Si elegimos muy peligrosos las exigencias en ensayos serán mayores y por tanto las prestaciones también.
 - Densidad máxima de los productos a contener.
- Cierre con venteo o sin venteo.
- Presión de vapor del líquido (mezcla) a transportar a 50 o a 55 °C. Si no se dispone de datos teóricos tendrá que obtenerse experimentalmente o bien definir una presión de prueba mínima.

¿Cuál es el tipo de construcción y volumen de envase apropiado?

Definiremos el tipo de construcción de envase y el volumen que deseamos que tenga nuestro diseño, teniendo en cuenta las restricciones reglamentarias.

Por encima de 450 L no podemos utilizar envases y nos tendremos que ir a Grandes Recipientes para Granel y otros medios de transporte como cisternas.

Por debajo de los 450 L para el transporte de líquidos los tipos de construcción posibles son bidones, cuñetes (jerricanes) y embalajes compuestos, cada uno de esos tipos con restricciones máximas de capacidad. Por ejemplo los cuñetes no pueden ser de capacidad superior a 60L.

La masa neta máxima de materia peligrosa también es un valor restringido. Para bidones es 400 kg y por tanto necesitaremos saber su densidad (Kg/L).

Tipo de cierre: roscado, con junta de estanqueidad, obturación, termosellado, con dispositivo de venteo o sin venteo. Comprobar que el producto químico es compatible: puede ser necesario realizar pruebas previas con el líquido a contener.

Para la acetona, la densidad relativa es de 0,79 Kg/L. Por tanto podemos envasarla en bidones hasta 450 L de capacidad o en jerricanes hasta 60 L.

¿Cuál es el tipo y grado de plástico a utilizar?

Se elegirá polímero y grado según las restricciones técnicas y reglamentarias. Entre las numerosas familias de polímeros, destacamos las que se indican en la siguiente tabla :

POLÍMERO	ABREVIATURA	NÚM. DE IDENTIFICACIÓN
Polietilentereftalato	PET	1
Polietileno de alta densidad (*)	HDPE (PEAD)	2
Policloruro de vinilo	PVC	3
Polietileno de baja densidad	LDPE (PEBD)	4
Polipropileno	PP	5
Poliestireno	PS	6
Otros	Otros	7

() La inmensa mayoría de los envases plásticos para mercancías peligrosas líquidas disponibles en el mercado son de polietileno de alta densidad. Esto es debido a la gran resistencia mecánica (a altas y bajas temperaturas) y química de este material. No obstante se ha de consultar con el proveedor de granza de polietileno por el grado más adecuado según la resistencia mecánica que deseamos conseguir.*

Utilización de productos multicapa para aplicaciones especiales. Por ejemplo para asegurar una resistencia que evite la migración de productos fitosanitarios e impida la penetración del oxígeno se puede utilizar como material barrera, EVOH (copolímero de etileno/alcohol vinílico).

La ficha técnica de la granza nos dará información sobre diversos parámetros técnicos que influirán en nuestro proceso productivo y en la resistencia mecánica y química. Por ejemplo: índice de fluidez, resistencia a la tracción y alargamiento en el punto de rotura, resistencia a la fisuración en medio ambiente activo (esc), etc.

La utilización de aditivos también será clave para diversas prestaciones que se quieran conseguir como pigmentos, plastificantes, antiestáticos, inhibidores de radiación ultravioleta, etc. Habrá que tener especial cuidado en la inclusión de cargas, como carbonato cálcico, que pueden mejorar el número de unidades producidas abaratando el coste pero empeoran drásticamente la resistencia mecánica.

Dependiendo de la disponibilidad tecnológica de la empresa, la dificultad técnica del diseño, número de unidades a producir, etc. pueden ser posibles diversos procesos productivos: extrusión soplado, inyección, rotomoldeo, etc. Independientemente del proceso productivo elegido, los envases se deben fabricar conforme a un programa de aseguramiento de la calidad considerada satisfactoria por la autoridad competente.

La norma UNE EN ISO 16106 proporciona una guía aceptable sobre los procedimientos que se pueden seguir.

Según la materia de llenado y del tipo de plástico elegido será necesario realizar pruebas de compatibilidad química del envase con productos a contener. (Véase apartado "cómo aplicar los requerimientos sobre compatibilidad química").

Cada envase destinado a contener líquidos debe superar una prueba de estanqueidad apropiada, antes de ser utilizados por primera vez para el transporte.

¿Cómo se escoge el tipo de cierre y material plástico adecuado?

Existen diferentes tipo de cierre (tapa-tapón): roscado, con junta de estanqueidad, obturación, termosellado, con dispositivo de venteo o sin venteo.

Se valorará si se compran los cierres a empresas especializadas o serán producidos por la propia empresa. En todos los casos se documenta el tipo de cierre con la ficha técnica del mismo.

Los materiales a utilizar son diversos, normalmente HDPE o PP, pero habrá que asegurarse de una suficiente resistencia mecánica del conjunto conforme a los ensayos pertinentes.

Será necesario comprobar que el producto químico es compatible con el cierre a utilizar, así como de la resistencia química de la junta de estanqueidad. Puede ser necesario realizar pruebas previas con el líquido a contener y acudir a laboratorios especializados.

Además debemos cerciorarnos que el sistema cierre-envase debe de ser suficientemente estanco. En general, será necesario fijar el par de apriete o torque para garantizar dicha estanqueidad.

¿Qué documentación técnica necesitamos generar?

El fabricante debe elaborar una documentación técnica del tipo de construcción donde se indique los pormenores del proceso productivo y las restricciones reglamentarias que cumple y a satisfacción de la autoridad competente. (Véase 3 Validación reglamentaria)

Los fabricantes y ulteriores distribuidores de los envases deben indicar para qué clase de mercancía peligrosa es conforme el envase, además de suministrar información a los usuarios sobre los procedimientos que deben respetarse, una descripción de los tipos y dimensiones de los cierres (incluidas las juntas necesarias) y en su caso otros elementos necesarios para asegurar que dichos envases, tal como se presentan para su transporte, se utilizan según se han probado en los ensayos reglamentarios.

¿Qué coste de envase podemos asumir?

Muchos parámetros influirán en el coste final de producto, entre otros se indican los siguientes que han de tenerse en cuenta previamente y durante la fase de diseño:

- El espesor y la densidad del material o materiales influyen directamente en el coste, pero habrá que tener en cuenta las restricciones reglamentarias para poder optimizar el producto final.
- Valorando la posibilidad de disminuir la cantidad de material plástico empleado en el producto final, sustituyéndolo por otro material de menor coste. Puede disminuir de forma drástica la resistencia mecánica o química del envase.
- Los envases se deberán fabricar y comprobar conforme a un programa de aseguramiento de la calidad.
- Disponer de maquinaria nueva y actualizada integrando en los procesos productivos los últimos adelantos de la industria, repercutirá en una mayor calidad del producto terminado, una mejor eficiencia de la cadena de producción. Los equipos productivos estén dotados de sistemas de control automático de espesores, comprobadores de poros, etc.
- Preparación de un prototipo antes de su producción. La integración de la simulación en el proceso de diseño y desarrollo del envase permitirá rectificar antes de culminar el producto final. La incorporación de elementos finitos puede ser una herramienta muy útil para el prototipado virtual evitando la producción de prototipos reales no adecuados reduciendo costes en moldes, materiales, etc.



2

2. DISEÑO PROTOTIPO

DISEÑO DE PRODUCTO

Para reducir las incidencias durante la fabricación de envases de plástico o una vez finalizada la misma se ha de actuar en el diseño del prototipo.

¿Qué puntos hay que tener en cuenta durante el diseño del prototipo?

El espesor de pared del envase ha de ser uniforme. Puede ser interesante reforzar algunas zonas del mismo dando algo más de espesor, especialmente aquellas zonas que puedan ser más críticas en las pruebas de validación. Diseños de envases con espesores de pared no uniforme pueden dar lugar a problemas de diversa índole como: rechupes o zonas frágiles; suelen enfriarse de manera no uniforme provocando la aparición de tensiones.

Espesor o gramaje insuficiente puede dar lugar a reducción en la resistencia mecánica o excentricidad de la boca dando lugar a problemas de estanqueidad.

Prever un desmolde adecuado.

Optimización entre rigidez o flexibilidad. Para aumentar la rigidez porque necesitamos aplicar una mayor carga sobre la muestra, se podría añadir nervaduras o modificar la geometría del diseño. Para mejorar la flexibilidad y asegurar una mejor resistencia al impacto por caída fría se pueden añadir aditivos o aumentar espesor.

Poner atención en las zonas de unión o soldadura que pueden dar lugar a una disminución de la resistencia mecánica en esas zonas.

Evitar zonas angulosas puesto que aumentan la concentración de tensiones, disminuyendo la resistencia del envase y causando fallos prematuros. Será necesario actuar en los moldes redondeando dichas zonas.

Ajuste cuello-boca del envase con el cierre (tapa). Se tendrá en cuenta la relajación de la unión debido entre otros a las diferencias de dilatación de los materiales y cómo afecta al par de apriete aplicado. Una excesiva distensión del sistema boca-cierre puede dar problemas de estanqueidad.

Otros requisitos de fabricación.

¿Qué dimensiones debe cumplir el envase?

Dependerá del diseño y del proceso de producción. Por ejemplo en el proceso de co-extrusión soplado generalmente utilizado para la obtención de bidones y jerricanes plásticos, las dimensiones adecuadas las tendrá ya el parison cuando es atrapado por el molde, antes de expandirse el material plástico.

¿Cómo saber si el diseño está bien encaminado a cumplir con los requisitos técnicos?

Una herramienta muy útil es la realización de simulaciones numérica para extrapolar resultados experimentales. Se relacionan varias variables del propio envase: espesores, características del material plástico, diseño, etc. con especificaciones reglamentarias: altura de caída, presión de prueba, carga de apilamiento, etc., que serán las entradas de información, mientras que como salidas de la simulación tendremos información de los puntos más críticos.

Utilizando software adecuado por ejemplo Hyperworks (Hypermesh, Radioss, Hyperstudy) se pueden modelizar los diseños de bidón, cuñete o jerricán para líquidos representativos. Se elaborarán dichos modelos contemplando los escenarios más comunes de fallos en los ensayos de validación. Determinaremos las zonas más débiles proponiendo una optimización que mejore su comportamiento.

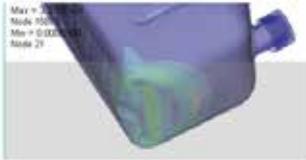
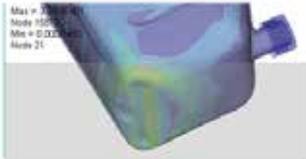
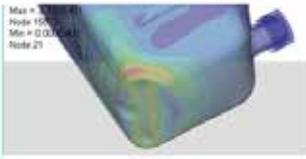
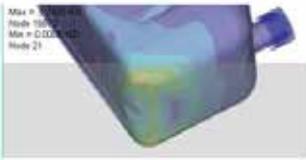
Para elaborar un modelo se pueden realizar cálculos mediante elementos finitos de los distintos ensayos de validación. Estos cálculos simulan los esfuerzos que se producen de forma que se pueden identificar las zonas críticas y comparar el nivel de tensión alcanzado en el envase con el valor de rotura del material. AIDIMME realiza este tipo de cálculos, que sirven para evaluar si la resistencia del diseño del envase es la adecuada o si las mejoras propuestas son efectivas.

Como se ha indicado, los tipos de ensayos que se pueden simular son:

Impacto por caída libre

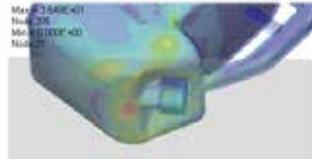
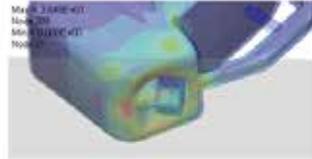
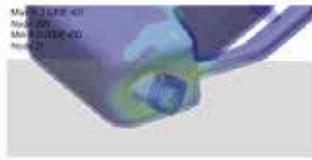
Según el ajuste de la altura de caída, masa del líquido contenido y ángulo de caída se pueden determinar las zonas más críticas en los distintos momentos de la caída.

BORDE DELANTERO



Fuente: AIDIMME

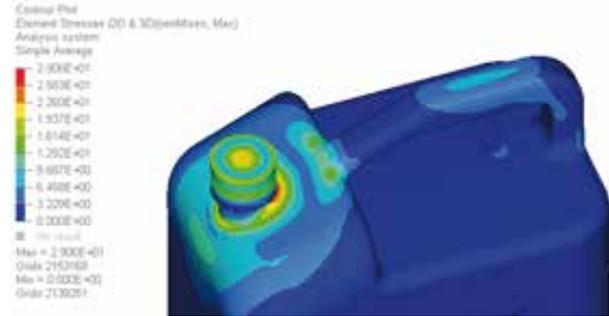
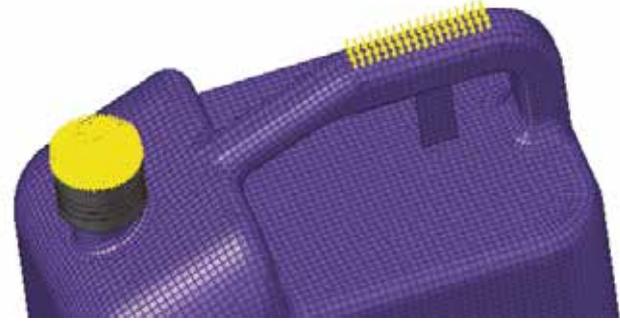
CAÍDA SOBRE TAPON



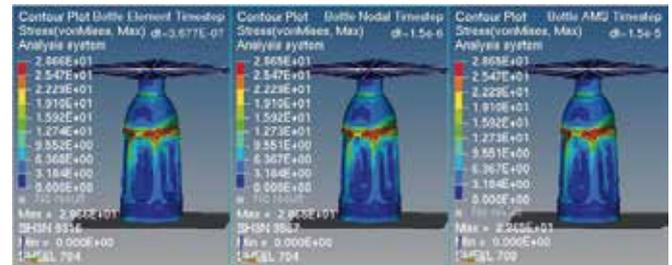
Fuente: AIDIMME

Apilamiento

Se puede aplicar la carga tanto en envases apilables para simular la carga de apilamiento como para otros requerimientos que consistan en la aplicación de una fuerza repartida sobre las superficies del envase.



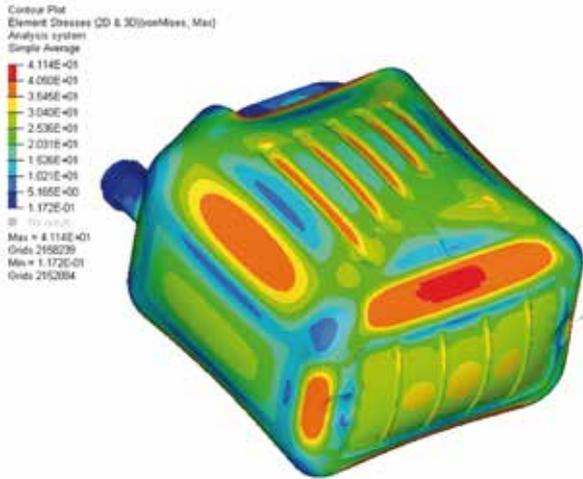
Fuente: AIDIMME



Fuente: ALTAIR.COM

Presión Interna

Los ensayos de presión interna también se pueden simular a partir de la aplicación de una presión interior de ensayo normalizada sobre toda la superficie del envase y poder observar la distribución de tensiones en el envase simulado.



Fuente: AIDIMME

¿Qué se necesita para realizar la simulación de los ensayos?

La simulación de los ensayos se basa en 3 pilares básicos necesarios para su realización:

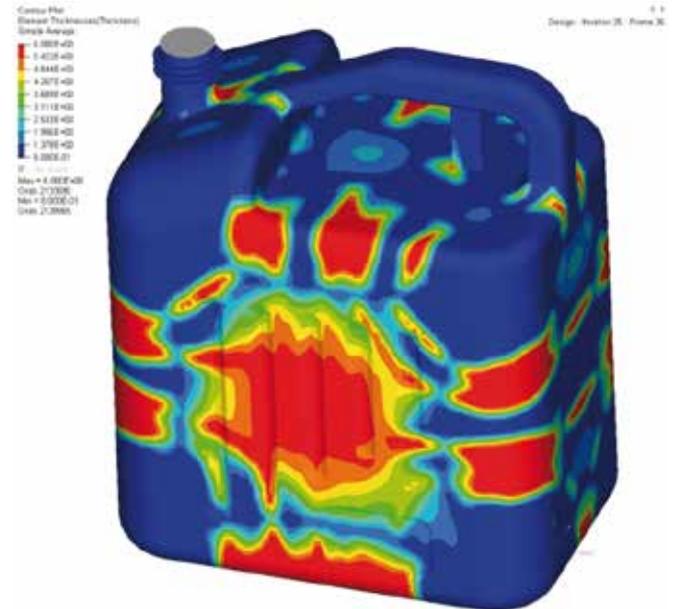
- El modelo 3D del envase. Se necesita contemplar de forma fidedigna las características geométricas del envase.
- Características de resistencia del material. El comportamiento del material va a ser determinante para que los resultados del cálculo reflejen el comportamiento real.
- Condiciones del ensayo. La altura de caída, presión interna objetivo o la carga de apilamiento entre otras deben ser las exigidas por la normativa y las aplicadas posteriormente en el ensayo.

¿Cómo puedo optimizar mediante el diseño la cantidad de material utilizado para la fabricación del envase?

Si el envase cumple con los requerimientos dimensionales y de fabricación explicados anteriormente se pueden utilizar herramientas de cálculo para optimizar el uso de material.

Para este tipo de estudios se necesita definir qué opciones de diseño quedan disponibles para la optimización. Se puede definir tanto el espesor como la forma óptima de los nervios.

La realización de este tipo de estudios supone la definición precisa de los ensayos y la realización de las simulaciones correspondientes.



Distribución de espesores optimizado.

Fuente AIDIMME

1. CAD 2. Geometry 3. Meshing 4. Setup 5. Solve and Post-Processing 6. Optimization

Resumen de la Optimización en el proceso de diseño.

Fuente AIDIMME

¿Cómo se aplican los requerimientos sobre compatibilidad química en los envases plásticos utilizados para el transporte de mercancías peligrosas?¹

Previamente a la validación reglamentaria, y si no disponemos de información previa, deberemos saber qué requisitos aplican a nuestro envase sobre compatibilidad química con las sustancias o mezclas peligrosas que queramos envasar y van a ser transportadas.

Método 1:

La norma general expresada en los distintos reglamentos de transporte es que debe ser capaz de demostrarse compatibilidad química suficiente del envase con las materias líquidas que están destinadas a transportar. Para ello debe almacenarse a la temperatura ambiente y durante **seis meses**, las muestras de prueba llenas de dichas mercancías, para después someterse a las diferentes pruebas reglamentarias. Las partes de los mismos que estén en contacto directo con las mercancías peligrosas no deben sufrir alteraciones o debilitaciones notables a causa de ellas; y no deben reaccionar peligrosamente con ellas.

Según este método 1, la acetona deberá almacenarse durante 6 meses en los bidones o jerricanes que queremos fabricar. Podríamos ver si cumple los requisitos del método 2.

Método 2:

Esté método sólo puede aplicarse a **recipientes fabricados con polietileno**. Se trata de un método recogido en la reglamentación ADR²/RID³ en vigor. Si seguimos este método habrá que analizar si el recipiente puede contener la Mercancía Peligrosa que se pretende transportar, mediante los criterios de asimilación de ésta con los Líquidos Patrones, es decir, si podemos optar por ensayos acelerados o si es posible envasar otras mercancías peligrosas en un mismo tipo de construcción de envase. Estos ensayos de compatibilidad química acelerada serán igualmente previos al resto de ensayos que marque la normativa.

En este caso el tiempo de permanencia es de **tres semanas** a 40 °C. Los recipientes deberán llenarse con cada uno de los Líquidos Patrones que se requieran, dependiendo de las Mercancías que se prevean que van a transportar.

Es necesario resaltar que este procedimiento no está recogido en los otros Reglamentos sobre Transporte de Mercancías Peligrosas aplicables a los Modos de Transporte Aéreo y Marítimo, no obstante consideramos que, al estar incluido en el ADR/RID, son aplicables a todos los Modos de transporte.

Líquidos Patrones (6.1.6 – ADR/RID)

SOLUCIÓN TENSOACTIVA (ST) para las materias cuyos efectos de fisuración bajo tensión sobre el polietileno sean fuertes, en particular para todas las soluciones y preparados que contengan elementos tensoactivos.

ÁCIDO ACÉTICO (AA) para las materias y preparados que provoquen efectos de fisuración bajo tensión sobre el polietileno, en particular para los ácidos monocarboxílicos y para los alcoholes monovalentes.

ACETATO DE BUTILO NORMAL (AB) para las materias y preparados que hinchen el polietileno hasta tal punto que su masa aumente aproximadamente un 4% y que al mismo tiempo presenten un efecto de fisuración bajo tensión, en particular para los productos fitosanitarios, las pinturas líquidas y los ésteres.

MEZCLA DE HIDROCARBUROS (WHITE SPIRIT) para las materias y preparados que provoquen efectos de hinchamiento sobre el polietileno, en particular para los hidrocarburos, los ésteres y las cetonas.

ÁCIDO NÍTRICO (AN) para todas las materias y preparados que provoquen efectos oxidantes sobre el polietileno y causen degradaciones moleculares idénticas o más débiles que las causadas por el ácido nítrico al 55%.

AGUA para las materias que no ataquen al polietileno en ninguno de los casos indicados en a) a e), en particular para los ácidos y lejías inorgánicas, las soluciones salinas acuosas, los polialcoholes y las materias orgánicas en solución acuosa.

1. *Compatibilidad química en recipientes de plástico para transporte de mercancías peligrosas. Cómo aplicar los requerimientos definidos en la normativa legal. Ingeniería Química - Septiembre 2010. Autores E. Sánchez Mota, E. Sánchez Carretón Calidad y Seguridad, S.L. (CYS). R. Moreno Castelló - Laboratorio de Mercancías Peligrosas AIDIMA.*

2. *ADR: Acuerdo Europeo sobre Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera.*

3. *RID: Reglamento Internacional sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril.*

Aplicación de los criterios de asimilación (procedimiento de asimilación)

Estos criterios, como se ha indicado anteriormente, son aplicables exclusivamente a los recipientes de Polietileno.

Fase 1: Identificación y clasificación de la Mercancía Peligrosa que se pretende transportar (en adelante "Mercancía").

Se deben obtener los siguientes datos, recurriendo a las fuentes de información necesarias:

- Número ONU y la Designación oficial de transporte.
- Código de Clasificación.
- Grupo de Embalaje.

Cuando proceda, se deberán obtener los datos correspondientes a las características que aparezcan en la **Tabla 4.1.1.21.6: Lista de materias asimiladas** del ADR (en adelante "Lista de MA") para la "Mercancía", y que sean necesarias para aplicar el proceso de asimilación, como la concentración, punto de inflamación, presencia de componentes no peligrosos, etc.

Cuando interviene una sola Materia Peligrosa (Sustancia o Compuesto químico)

La información se puede obtener en el apartado 14 de la ficha de datos de seguridad (fds). Tendremos varias posibilidades:

- Una Materia (sustancia o compuesto químico puro o en solución) expresamente denominada en la Lista de Mercancías Peligrosas (Tabla A del ADR) "Lista de MP".
- Sustancias (sustancias o compuestos químicos) asignadas a un Epígrafe genérico.
- Una Materia (sustancia o compuesto químico puro o en solución) asignada a un Epígrafe Colectivo "n.e.p."

Cuando interviene más de una Materia Peligrosa (Sustancias o Compuestos químicos)

- Mezclas asignadas a un Epígrafe genérico
- Mezclas asignadas a un Epígrafe Colectivo "n.e.p."

Para la acetona (una Materia), el número ONU es 1090, clasificado como líquido inflamable de la clase 3, siendo el grupo de embalaje II (medianamente peligrosa).

Fase 2: Localización de la "Mercancía" en la "Lista de MA"

Mediante el Número ONU se localiza la "Mercancía" en la columna 1 de la "Lista de MA".

Si existen varias entradas para el mismo N° ONU, es preciso utilizar el resto de características que aparecerán en las columnas (2a), (2b) y (4) para seleccionar la entrada (línea) correcta.

Fase 3: Asimilación de la compatibilidad

1. Si la "Mercancía" se encuentra en la "Lista de MA", se procede a identificar el Líquido Patrón o los Líquidos Patrones que figuran en la columna (5).

Para la acetona, número ONU 1090, el líquido patrón es mezcla de hidrocarburos y por tanto la acetona se asimila al líquido patrón mezcla de hidrocarburos.

Si figura un único líquido patrón se considera que está asimilada la mercancía con él. Se podrá realizar la compatibilidad química con ese patrón.

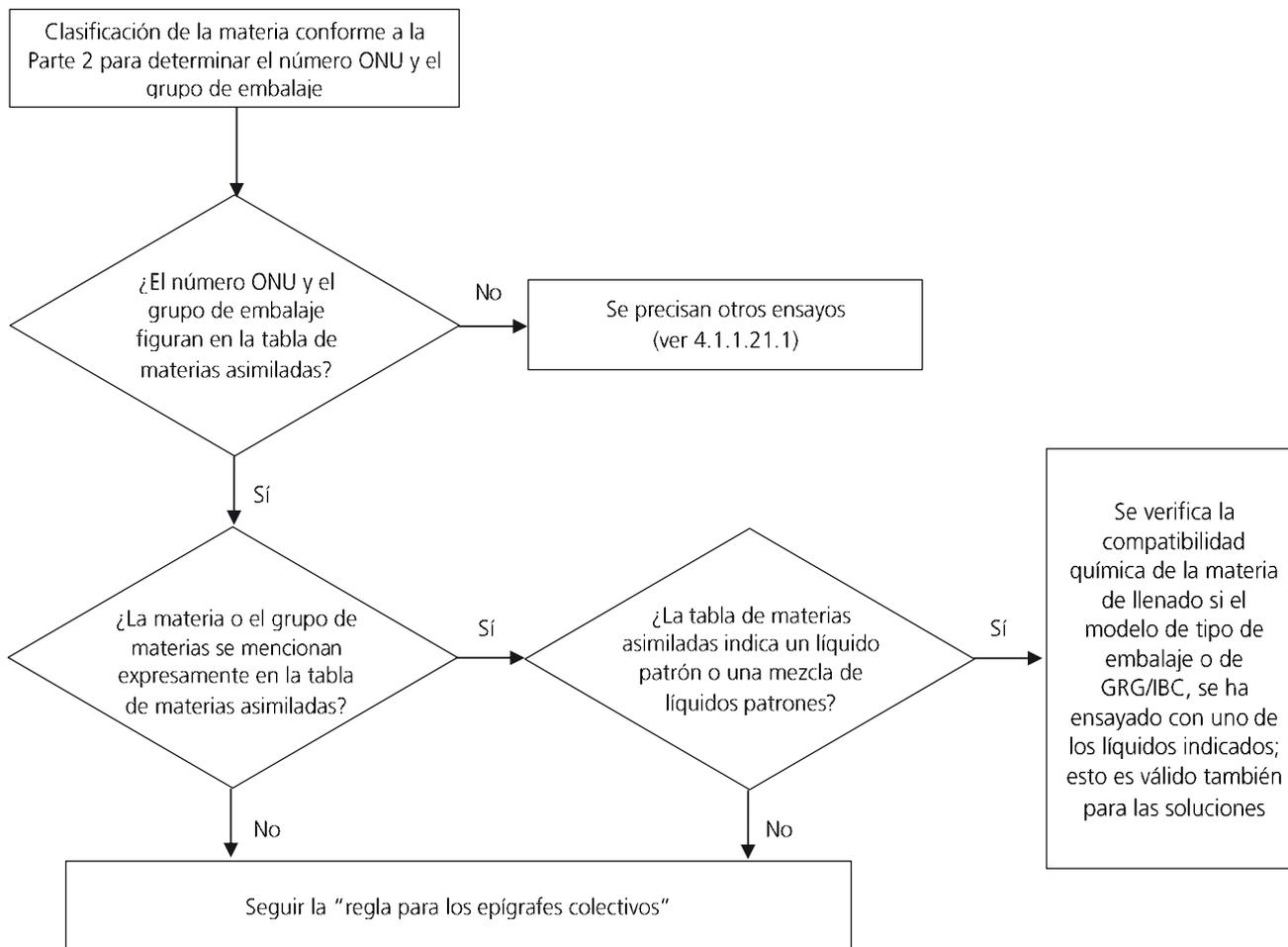
Si figuran varios líquidos patrones, el recipiente debe de ensayarse independientemente con cada uno de los líquidos patrones por separado. Si no se ha ensayado con alguno de los líquidos patrones recogidos, no es asimilable la compatibilidad química y para utilizar el recipiente con la "Mercancía", deberá realizarse las pruebas pendientes.

Si se demuestra compatibilidad química suficiente con solución tensoactiva, no es necesario proceder a una prueba de compatibilidad con el ácido acético.

Si se trata de una solución acuosa de una Materia, debe aplicarse lo establecido en el apartado 4.1.1.21.4 del ADR/RID.

2. Si el N° ONU y el Grupo de Embalaje no se encuentra en la "Lista de MA", el Fabricante deberá demostrar la compatibilidad química conforme al Método 1 indicado anteriormente, es decir almacenamiento de seis meses con la materia de llenado original o realizando la asimilación mediante ensayos de laboratorio aprobados por la autoridad competente.

3. Si el N° ONU y el Grupo de Embalaje se encuentra en la "Lista de MA", pero la "Mercancía" no está expresamente mencionada en dicha Lista, podrá aplicarse la "regla para los epígrafes colectivos" (Fase 4).
4. Si en la columna (5) de la "Lista de MA" se recoge la "regla para los epígrafes colectivos", debe aplicarse lo indicado a continuación.



Fase 4: Regla para los epígrafes colectivos (4.1.1.21.5 ADR/RID)

Este proceso de asimilación de la compatibilidad química es aplicable a las Mezclas o Preparados (incluyendo las disoluciones).

Consideraremos las Mezclas que tienen una sola mercancía peligrosa (el resto de componentes no lo son) y las que tienen varios componentes que son mercancías peligrosas.

En el caso de que la "Mercancía" corresponda a un Epígrafe Genérico, se puede no tener en cuenta los componentes que no son dañinos para el polietileno de alta densidad (4.1.1.21.5 a) ADR/RID).

Para este proceso se debe conocer la información citada en **Fase 1** para cada uno de los componentes de la Mezcla (número ONU, Designación oficial de transporte, etc.), dado que se trata de aplicar lo indicado en las **Fase 1** y **Fase 2** a cada uno de estos componentes que son mercancías peligrosas.

Fase 5: Asimilación de la compatibilidad en Mezclas (regla de los epígrafes colectivos)

Para que una "Mercancía" asignada a un N° ONU para el que se tenga que aplicar la Regla de los Epígrafes Colectivos de acuerdo con lo indicado en los puntos 4) y 5) de la **Fase 3**, pueda ser transportada en un recipiente de polietileno deben cumplirse los siguientes criterios:

1. El N° ONU y el Grupo de Embalaje de todos los componentes deben figurar en la "Lista de MA".
2. Para ninguno de los componentes debe indicarse en la columna (5) la referencia a la Regla de los Epígrafes Colectivos.
3. El Código de Clasificación de todos los componentes debe coincidir con el Código de Clasificación de la "Mercancía".
4. El Líquido Patrón o mezcla de Líquidos Patrones que figura en la columna (5) de la "Lista de MA" debe/n coincidir para todos los componentes.

Si se cumplen los criterios establecidos en algunos de estos cuatro puntos anteriores, se podrá verificar la compatibilidad química de la/s Mercancía/s con un envase de polietileno mediante el ensayo acelerado indicado en el Método 2⁴.

5. Si no se cumple el punto 4) anterior, es decir, los Líquidos Patrones que figuran en la columna(5) de la "Lista de MA" de los componentes son diferentes, se debe considerar si para todos los componentes ya sea de forma separada o en conjunto, se verifica la compatibilidad química para una de las siguientes mezclas de Líquidos Patrones:

Mezclas "Aceptables" de Líquidos Patrones:

AGUA / ÁCIDO NÍTRICO (55%), con excepción de los ácidos inorgánicos de código de clasificación C1, asimilados al líquido patrón "agua".

AGUA / SOLUCIÓN TENSOACTIVA.

AGUA / ÁCIDO ACÉTICO.

AGUA / MEZCLA DE HIDROCARBUROS.

AGUA / ACETATO DE N-BUTILO.

4. Tanto las pruebas descritas en el método 1 como en el 2 implica la realización de las pruebas de compatibilidad química en laboratorios acreditados.

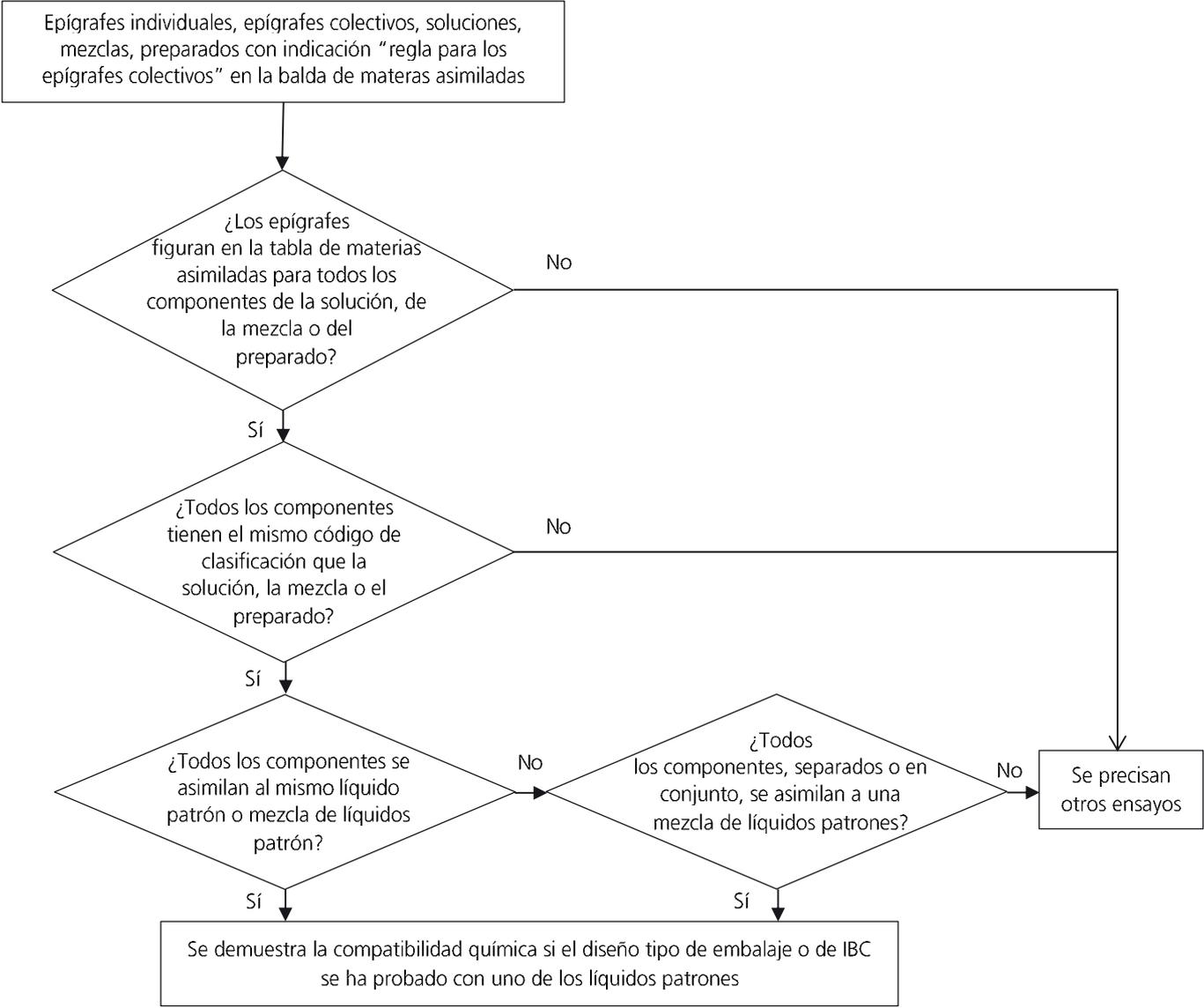


Diagrama representando la "regla para los epígrafes colectivos". Fuente ADR 2017.

EJEMPLO 1

Aplicación de la Regla de los epígrafes colectivos

Mezcla de disolventes. Vamos asimilando cada uno de los componentes a un líquido patrón .

Componente	Nº ONU	Clase	Cód. Clasificación	Grupo Embalaje	Líquido patrón
1 Acetona	1090	3	F1	II	Mezcla de hidrocarburos
2 Acetato de butilo	1123	3	F1	II	Acetato de n-butilo
3 Acetato de etilo	1173	3	F1	II	Acetato de n-butilo
4 Pentanos	1265	3	F1	II	Mezcla de hidrocarburos

LIQUIDOS PATRONES a utilizar en los ensayos	
Acetato de n-butilo AB	Mezcla de hidrocarburos WS
X	X

Según el apartado 4.1.1.21.5 d) del ADR 2017, no se puede asimilar el disolvente a un líquido patrón, ya que la mezcla de líquidos patrones Mezcla de hidrocarburos/ Acetato de n-butilo no está aceptada.

EJEMPLO 2

Aplicación de la Regla de los epígrafes colectivos

Tinte acuoso. Vamos asimilando cada uno de los componentes a un líquido patrón.

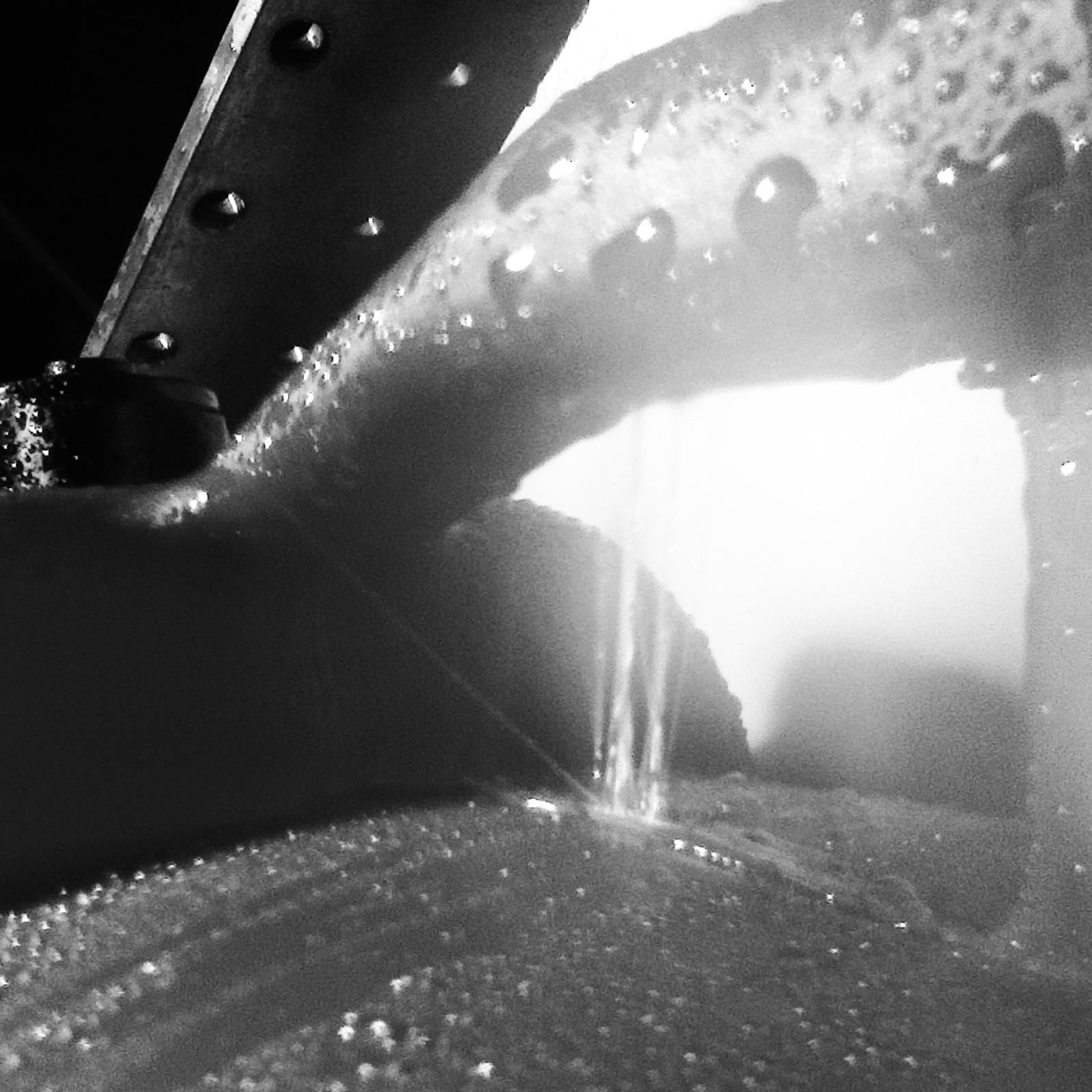
Componente	Nº ONU	Clase	Cód. Clasificación	Grupo Embalaje	Líquido patrón
1 Etanol	1170	3	F1	II	Ácido acético
2 Amoníaco en solución	2672	8	C5	III	Agua
3 Agua					No se tiene en cuenta por no afectar al PL
4 Pigmento					No se tiene en cuenta por no afectar al PL

Según el apartado 4.1.1.21.5 d) del ADR 2017, se asimila el tinte a la mezcla de líquidos patrones Agua / Ácido acético, mezcla aceptada.

LIQUIDOS PATRONES a utilizar en los ensayos	
Ácido acético AA	AGUA
X	X

NOTA: no será necesario realizar la compatibilidad química para el líquido patrón agua.

Se podrá verificar la compatibilidad química de la/s Mercancía/s con un envase de polietileno mediante el ensayo acelerado indicado en el método 2.



3. VALIDACIÓN REGLAMENTARIA

VALIDACIÓN REGLAMENTARIA

Una vez optimizado el diseño del envase y cumplidos a priori los requisitos reglamentarios, se redacta la documentación técnica del mismo y se procede a realizar la aprobación de tipo propiamente dicha según la normativa aplicable⁵.

En la aprobación de tipo están implicados varios participantes: la Empresa Fabricante de Envases, el Organismo de Control, el Laboratorio de Ensayos Acreditado, el Órgano Competente de la Comunidad Autónoma donde está radicada la empresa y el Organismo Competente de la Administración del Estado en Industria (OCAEI).

¿Cómo proceder para obtener la certificación de tipo del envase que fabricamos?

El **proceso para obtener una certificación de tipo** para un envase plástico que la empresa fabricante debe seguir es el siguiente:

- Como paso previo imprescindible, ha de comprobarse que la empresa esté **inscrita como fabricante de envases** en el Registro Integrado Industrial. En caso contrario no podrá comenzar el procedimiento.
- La petición, deberá incluir la **relación de productos** (por tipo de construcción de envase) para los que se desea la certificación de conformidad de tipo.
- La **documentación técnica** del envase deberá contener esquema y descripción de sus condiciones técnicas y sistemas de marcado. Las condiciones técnicas deben describir el sistema de cierre y en su caso, par de apriete apropiado y explicar de forma clara cuáles son las mercancías peligrosas que puede contener el tipo de envase.
- Se contactará con un **Organismo de Control (OC)** legalmente establecido que actúa en representación de la autoridad competente, y será el encargado de llevar a cabo los trámites.
- Personal de este OC se desplazará a la empresa a realizar una **auditoría** sobre la **fabricación** del producto (esta fábrica debe disponer de procedimientos de calidad implantados). Esta auditoría deberá repetirse cada dos años independientemente del número de certificaciones de tipo.
- El OC **marcará los envases** a ensayar antes que la empresa los envíe al laboratorio acreditado.
- Realización de los **ensayos** de certificación de tipo en el **laboratorio de ensayos acreditado (AIDIMME)**, tras recepción y acondicionamiento de los envases. Emisión de **informe** de ensayos.

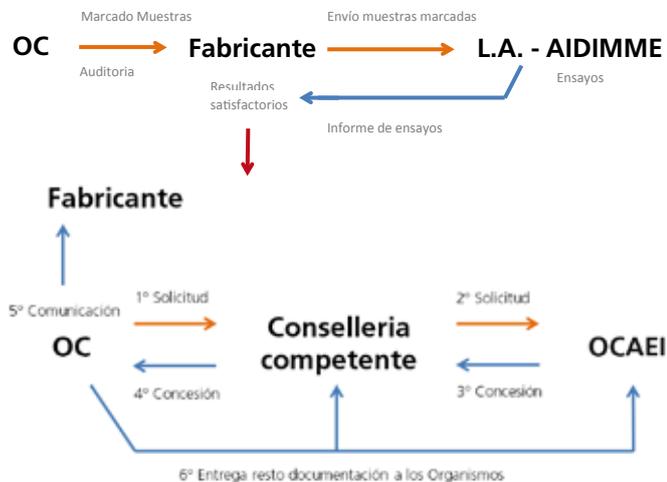
- Si los ensayos han sido satisfactorios, se facilita la documentación técnica y el informe de resultados al OC.
- El OC **solicitará la asignación de contraseña** en la forma que el órgano competente de la Comunidad Autónoma, donde esté radicado el fabricante, disponga, generalmente de forma telemática. Éste a su vez solicitará la contraseña al Organismo Competente de la Administración del Estado en Industria (OCAEI) mediante la aplicación "Registro contraseñas MPP". Si la Comunidad Autónoma (CCAA) no asume la función de la asignación de contraseña, el OC la solicitará directamente al OCAEI.
- Al tiempo que se solicita la asignación de contraseña se **entregan las actas de prueba del OC y el informe de ensayo del laboratorio**.
- Después de la asignación de la contraseña al envase y entrega al OC y tras comunicarlo al fabricante para que puede comenzar a fabricar, se **entrega el certificado de conformidad y la documentación técnica** del envase a la CCAA y al OCAEI.

A continuación se describe el procedimiento de asignación de contraseña para un envase en la Comunidad Valenciana. Esta CCAA tiene establecido un sistema telemático, descrito en el siguiente enlace:

http://www.gva.es/va/inicio/procedimientos?id_id_proc=1570&version=amp

⁵. Real Decreto 97/2014, de 14 de febrero, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.

Proceso concesión de la contraseña



Proceso de concesión de la contraseña en la Comunidad Valenciana y entrega de documentación a la Autoridad Competente.
Fuente AIDIMME.

LA: Laboratorio acreditado.

OC: Organismo de Control.

OCAEI: Organismo Competente de la Administración del Estado en Industria.

CONSELLERIA COMPETENTE: Consejería Competente de la Administración del Estado en Industria.

Hasta que no se termine el procedimiento no se puede comercializar el envase.

Habremos fijado los requisitos aplicables a nuestro envase previamente a la validación reglamentaria, según se muestra en el capítulo 2: sobre compatibilidad química con las sustancias o mezclas peligrosas que queremos transportar y otros requisitos para el resto de ensayos como son el grupo de embalaje, la densidad y la presión de prueba.

Los ensayos para la obtención de la certificación de tipo para envases plásticos se solicitarán tras asesoramiento previo al laboratorio de ensayos según las mercancías peligrosas a contener:

Según el Método 1

Compatibilidad Química (6 meses a temperatura ambiente) con el líquido real.

Según el método 2

Compatibilidad Química (21 días a 40 °C) con los líquidos patrones correspondientes. Sólo válido para envases de polietileno.

Tras el almacenamiento según el método 1 o 2 utilizado, se realizan los siguientes ensayos:

- **CAÍDA** (-18°C). La altura de caída dependerá de la peligrosidad del producto/s (grupo de embalaje) y su densidad máxima.
- **APILAMIENTO** (28 DÍAS A 40°C con muestras con el líquido patrón correspondiente). La carga de apilamiento a aplicar dependerá de la altura del envase y de la densidad máxima de los productos químicos a contener.
- **ESTANQUEIDAD**. El valor de la presión de aire de prueba dependerá de la peligrosidad del producto/s (grupo de embalaje).
- **PRESIÓN INTERNA**. El valor de la presión de prueba se calculará según la peligrosidad del producto/s (grupo de embalaje) y de la presión de vapor más elevada de las mercancías peligrosas a contener a 50 ó 55 °C.
- **PERMEABILIDAD** (si se va a transportar tolueno, xileno o mezclas, con líquido patrón mezcla de hidrocarburos (white spirit)).

Una vez terminado el proceso, se dispondrá de un Certificado de Conformidad con los requisitos reglamentarios del tipo de envase para el transporte de mercancías peligrosas⁶. En este certificado se describe de forma somera el envase y se indica a groso modo las materias para las que es válido para el transporte, el Organismo de Control interviniente en el proceso y el laboratorio encargado de las pruebas; así como el **marcado** que debe plasmarse en el envase.



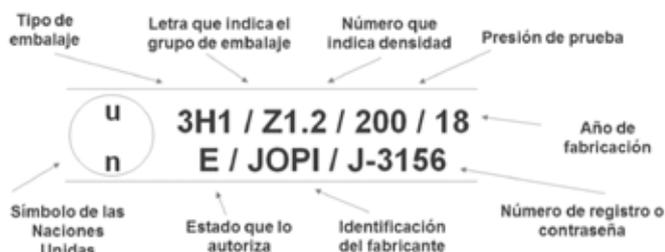
Fallo en el ensayo de presión interna.
Fuente AIDIMME.

6. Apéndice E.1. Real Decreto 97/2014.

Marcado de los envases:

Mediante la aplicación de las marcas especificadas en la reglamentación de transporte, por ejemplo el ADR en vigor, se certifica que los envases fabricados en serie corresponden al tipo de construcción aprobado y que se cumplen las condiciones citadas en la certificación de tipo, así como que ha superado los ensayos con éxito pero no especifica la utilización del envase.

Así pues, las marcas no confirman necesariamente, por sí mismas, que el envase pueda utilizarse para cualquier clase de materia, de manera general. Para una descripción detallada de las mercancías peligrosas o familias de mercancías peligrosas que está permitido envasar en el recipiente certificado, deberá consultarse la documentación técnica y el informe de ensayos del laboratorio.



Marcado que certifica que los envases fabricados en serie corresponden al envase tipo aprobado.

Fuente AIDIMME.

¿Una certificación de tipo es válida indefinidamente?

Una certificación de tipo no es válida indefinidamente. A intervalos regulares debe realizarse una conformidad de la producción de los tipos aprobados.

Conformidad de la producción

Para mantener la certificación de tipo de un tipo de construcción de envase, las empresas fabricantes deben de pasar una conformidad de producción en serie con el tipo certificado al menos cada dos años, según se indica en el RD 97/2014. Antes que expire el plazo deben ponerse en contacto con un Organismo de Control, que procederá a auditar dicha conformidad de la producción.

La validez de las certificaciones de tipo concedidas queda automáticamente suspendida, si en dicho plazo reglamentario no se recibe en la Dirección General de Innovación Industrial y Tecnología,

la documentación acreditativa de haber superado, favorablemente, las exigencias de la conformidad de producción en serie.

¿Cómo proceder si el envase no pasa satisfactoriamente la validación?

Si alguno de los ensayos prescritos en la reglamentación no es satisfactorio, no se podrá obtener la contraseña de certificación de tipo para el nivel de exigencia previsto.



Rotura de la junta por efecto de líquido patrón.

Fuente AIDIMME.

Podremos entonces actuar de la siguiente manera:

- El fabricante debería establecer una revisión de sus lotes de producción y verificar la trazabilidad de su producción. De no confirmarse ésta, el fabricante debería acotar los lotes defectuosos y comunicarlo a la Autoridad Competente.
- Rediseñar el prototipo mejorando las zonas más débiles del envase que han sido las causantes de los fallos en los ensayos: como por ejemplo, reforzar la zona de impacto por dónde se ha producido el derrame, redondear zonas con tensión, cambiar juntas, revisar parámetros de fabricación, etc. y elaboración de nuevas muestras. Estos cambios obligarán a proceder como una nueva certificación de tipo.
- Si el fallo es debido a fugas por el sistema de cierre, se estudiará cómo solucionar el problema, por ejemplo ajustando el par de apriete o sustituyendo la tapa (tapón). Normalmente implicará la realización de todas las pruebas de nuevo.
- Como opción para envases destinados a transportar familias de productos con diferente peligrosidad y si está permitido reglamentariamente, se podrá optar por rebajar el nivel de exigencia. Por ejemplo reducir la densidad máxima de las sustancias o mezclas a contener puede reducir la altura de caída si ha sido éste ensayo en el que se ha producido el fallo.



Degradación de un envase de polietileno frente al ácido nítrico en un ensayo de compatibilidad química.

Fuente AIDIMME.

LAIDIMME 



"Proyecto cofinanciado por los fondos FEDER,
dentro del Programa Operativo FEDER
de la Comunidad Valenciana 2014 - 2020"