

Riesgos electrostáticos durante la manipulación de Contenedores Flexibles en Zonas ATEX

Salvador Massip¹ y Jordi Climent²

¹ Resp. de Desarr. Tecnológ., electrostatica.net, c/. Bailén, 156 – 2º - E-08037 Barcelona, T. 93 208 09 54, info@electrostatica.net
² Director Técnico, CLIMESA c/ Castilla 52 E-08018 Barcelona T. 93 307 63 62 jordi@fibcnet.com

Abstracto: La aprobación del Real Decreto 681/2003 en Junio del 2003, estableció la obligatoriedad del cumplimiento de la Directiva Comunitaria 1999/92/CE conocida como ATEX 137. Desde entonces, la industria química ha ido afrontando los diferentes estadios que ello comporta: la clasificación de zonas, el estudio de riesgos de explosión y la evaluación de riesgos de determinadas instalaciones y operaciones por parte de especialistas. Uno de los riesgos de ignición más insidiosos dada su naturaleza es la electrostática y en concreto uno de los escenarios clásicos, responsable de infinidad de accidentes, ha sido la carga de sólidos en presencia de atmósferas explosivas, con o sin vapores. En los últimos años la utilización de contenedores flexibles intermedios, FIBCs, big bags, ha ido en aumento debido a su eficiencia en la manipulación y mejora de la logística del producto. Sin embargo desde la óptica de seguridad, su utilización ha aumentado los riesgos en ciertos escenarios. En este sentido, aparte del incendio producido por una nube de polvo y/o vapores inflamables desplazados del reactor receptor, en algunos casos las llamas pueden prender el contenido del contenedor flexible pudiendo llegar a producir la explosión de éste. En este artículo intentaremos aportar cierta claridad sobre la operación de carga y descarga de contenedores flexibles y los criterios que deben regir su utilización.

Riesgos que comporta la utilización de Contenedores Flexibles en ciertos escenarios

Durante la manipulación de sólidos, de materiales granulados o de pellets, se genera electricidad estática. La electrostática es un fenómeno que se produce en las superficies de muchos sólidos que generan y acumulan fácilmente una carga.

En procesos industriales en los que se manipulan Contenedores Flexibles hay básicamente tres escenarios de riesgo:

1. El primero es durante su carga. Generalmente los sólidos están sometidos a intensos procesos de generación de carga durante su transporte neumático. Ello no es condición necesaria para generar altas densidades de carga electrostática, ya que generalmente la propia caída por gravedad es suficiente para generarlas.
2. El segundo es durante su descarga, en la que de nuevo se dan procesos de generación de carga electrostática.
3. El tercero, es durante la fricción por parte del operario, ya sea bien para limpiar su superficie o durante la manipulación del Contenedor Flexible bajo determinadas circunstancias.

Una vez se ha generado la carga electrostática puede acumularse y dependiendo de su magnitud y las condiciones del entorno, podría provocar la ignición de una atmósfera explosiva (figura 1). Las condiciones del entorno incluyen aspectos tales como materiales, velocidades, granulometría, concentración de los vapores, condiciones ambientales, etc.

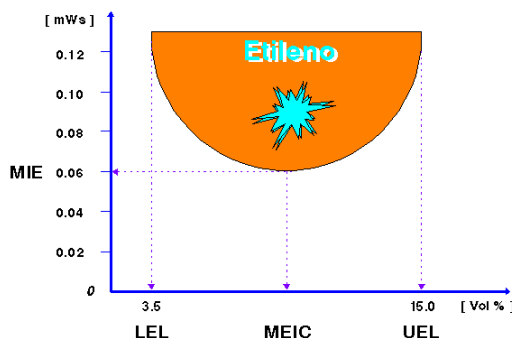


Figura 1. Límites de inflamabilidad y energía mínima de ignición en función de la concentración, del etileno.

Los riesgos que presenta la operación de carga de sólidos en un reactor desde un contenedor flexible, dependen del tipo de contenedor flexible utilizado. En este sentido, hay cuatro tipos de contenedores flexibles, que se denominan tipo A, B, C y D. A continuación trataremos de explicar las diferencias, que tipos pueden no estar permitidos en determinadas zonas clasificadas y en que zona puede ser exigible la utilización de un tipo en concreto.

Contenedores Flexibles Tipo A

Este modelo está fabricado con rafia de polipropileno no conductiva. Durante su manipulación tiene una elevada tendencia a cargarse electrostáticamente. Puede producir descargas electrostáticas de tipo brocha, tipo chispa, tipo brocha propagada y tipo cono. A título de orientación, cualquiera de estas descargas tiene energía suficiente para provocar la ignición de la mayoría de vapores de disolventes, motivo por el cual no se recomienda su utilización en zonas clasificadas, en especial cuando hay presencia de vapores y polvos finos.

Contenedores Flexibles Tipo B

Este Contenedor Flexible está fabricado al igual que el tipo A con rafia de polipropileno no conductiva pero con una característica adicional. Su rotura de dieléctrico es inferior a los 4 kV. Esta característica garantiza la ausencia de descargas tipo brocha propagada que pueden llegar a tener una energía de 10J. Los valores habituales de energía para esta descarga electrostática son de 1J y podrían corresponderse con transferencias de 100.000 nC. Una rotura de dieléctrico inferior a 4 kV limita en gran medida la conflictividad del Contenedor Flexible tipo B. Sin embargo, su utilización no está ausente de riesgos. La humedad en el exterior del Contenedor, las impurezas adyacentes y otros factores pueden seguir provocando descarga de tipo brocha (energía teórica máxima de 4mJ) y de brocha propagada.

Otro escenario que debe contemplarse es la posibilidad de que el operario se cargue con estática durante la manipulación del Contenedor Flexible. Por este motivo, es preciso la "conexión a tierra" del operario mediante un calzado disipativo electrostático y un pavimento antielectrostático adecuados. En este sentido, la comprobación de ambas variables es crítica, ya que el calzado o el pavimento pueden estar contaminados y permitir la conducción de la carga.

Contenedores Flexibles Tipo C (CONDUCTIVOS)

La presencia de un entramado de hilos conductivos de construcción especial permite la conducción de la carga electrostática a través de ellos. También comporta la supresión del campo electrostático hacia el exterior evitando así la posibilidad de que el operario pueda cargarse electrostáticamente por inducción. El tejido de rafia de polipropileno incorpora en estos casos material conductivo o metálico que se presenta en un dibujo paralelo o cuadrículado (figura 2).

Estos Contenedores flexibles disponen de al menos una lengüeta conductiva para su correcta puesta a tierra (está identificada con el símbolo de toma de tierra).

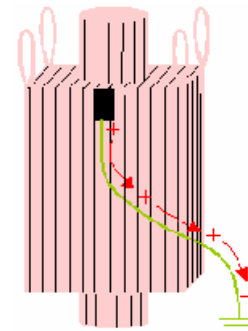


Figura 2. Contenedor Flexible tipo C, conectado a tierra.

Este tipo de Contenedores es el más seguro si se garantiza la puesta a tierra de todas sus partes conductivas. La conexión a tierra conseguirá que la resistencia desde cualquier punto conductivo sea inferior a 1E08 Ohmios (resistencia que garantiza que no se puedan alcanzar tensiones susceptibles de provocar descargas electrostáticas). Para minimizar el riesgo de que el Contenedor quede aislado generalmente la rafia conductiva alcanza las asas de manera que queda conectado a tierra de manera redundante a través de la cruceta metálica y/o del polipasto del que suspende. Sin embargo, en la práctica se dan casos en los que el Contenedor no conecta con a tierra ni directa ni indirectamente. Para erradicar estos caos, la formación de los operarios es determinante. Para conseguir un aumento de la seguridad pasiva de estas operaciones, además de formación, se recomienda la utilización de sistemas que verifican la correcta puesta a tierra de los Contenedores Flexibles.

Contenedores Flexibles Tipo D (DISIPATIVOS)

El modelo tipo D se ha desarrollado gracias a un tipo de rafia de polipropileno que permite disipar la carga electrostática sin precisar su conexión a tierra. Hay varias clases de tejidos tipo D. Generalmente disponen de cintas conductoras en paralelo que no necesariamente están interconectadas. Pueden llevar aplicado algún acabado disipativo electrostático para facilitar la migración de la carga hacia estos hilos.

El principio de funcionamiento de estos tejidos se basa en la generación de descargas de baja intensidad denominadas Tipo Corona. Estas descargas son fruto de la ionización del aire, proceso que requiere umbrales elevados del campo electrostático. En otras palabras, se basa en la acumulación de grandes cantidades de carga electrostática que generan un campo electrostático lo suficientemente elevado como

para ionizar el aire. A partir de este fenómeno se inicia el proceso de neutralización.

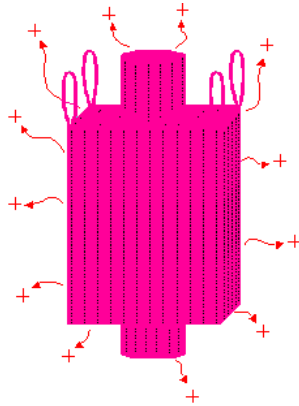


Figura 3. Contenedor Flexible Tipo D. Eliminación de carga electrostática sin necesidad de conexión a tierra. Inconveniente: genera un campo electrostático de alta intensidad a su alrededor.

Existen dudas razonables de la eficiencia de los Contenedores Flexibles Disipativos ante la posibilidad de que las descargas electrostáticas pudieran llegar a tener mayor energía que la esperada. Para analizar esta potencialidad se desarrolló un ensayo que reproduce el escenario de generación, acumulación y descarga electrostática. Todo ello en presencia de una sonda que emite una mezcla de aire y propano cuya ignición no debería producirse si el contenedor tiene el comportamiento deseado. Ver figura 4.

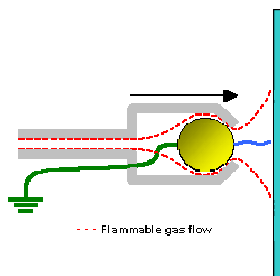


Figura 4. Sonda puesta a tierra proyectando gas sobre la pared del Contenedor.

Sin embargo algunos Contenedores Flexibles tipo D, no llegan a ofrecer el nivel de protección adecuado frente a vapores de hidrocarburos. Esto es debido a que los hilos conductivos o disipativos pueden llegar a tener capacidades eléctricas de hasta 5 pF. Si se toman en consideración los valores de tensión medidos durante la carga y/o descarga de estos Contenedores, es fácil obtener lecturas de 10 kilovoltios ó más. Si se sustituyen en la ecuación de la energía almacenada en un condensador, veremos que estos hilos pueden proporcionar descargas de 0,25 mJ ó más. Si se compara este valor con la Energía Mínima de los hidrocarburos (en general inferior a 0,25 mJ,) se puede concluir que esta descarga es suficiente para provocar la ignición de muchos de ellos.

De los estudios realizados en **electrostatica.net** con este tipo de Contenedores Flexibles, se hizo patente el efecto de la presencia de otros escenarios conflictivos como las descargas electrostáticas desde un operario en el supuesto de que éste estuviera aislado de tierra (debido por ejemplo a un pavimento o a un calzado en mal estado). En estos casos el operario puede cargarse con tensiones de varios miles de voltios, pudiendo ser la energía de la descarga 30 ó 60 veces mayor que la del hilo. Esto se explica porque la capacidad de una persona es mucho mayor (oscilando según el caso entre los 150 – 300 pF). Esta situación permite destacar la importancia de la comprobación del pavimento y del calzado. La verificación del calzado se puede llevar a cabo fácilmente mediante estaciones de chequeo instaladas en los vestuarios. Sin embargo, la comprobación del pavimento no es tan fácil y simple,. Es recomendable que el ensayo sea realizado por parte de personal cualificado con la problemática electrostática. Tanto el método de ensayo como la instrumentación utilizada deben ser los adecuados para llevar a cabo ensayos electrostáticos que no induzcan a error.

Conclusiones

La manipulación de sólidos no es una excepción en los escenarios de riesgo de los procesos industriales. Cada uno de los Tipos de Contenedores Flexibles descritos anteriormente, a excepción del Tipo A, pueden llegar a utilizarse de forma segura en una zona clasificada ATEX. Dependerá de la clasificación de la zona que un modelo se más idóneo que otro. La tabla 1, establece el Tipo de Contenedor Flexible recomendado para cada zona.

| EMI del polvo [mJ] | Atmósfera no inflamable | Atmósfera de polvo explosivo | Atmósfera de Gas (IIA o IIB) |
|--------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|
| EMI > 1000 | A,B,C,D | B,C,D | C,D |
| 1000 > EMI > 3 | B,C,D | B,C,D | C,D |
| 3 > EMI | C,D | C,D | C,D |

Tabla 1. Utilización de distintos tipos de Contenedores Flexibles.

Estudiando la tabla y contrastándola con los riesgos descritos en el artículo, se puede observar que tanto ésta como otras tablas presentes en la bibliografía técnica del sector, no reflejan el nivel de seguridad que aporta cada Contenedor Flexible a la operación de carga y descarga de sólidos. Establecen que contenedores flexibles pueden utilizarse de forma segura si su utilización es correcta. ¿Cómo sabemos si la utilización es correcta? Si no conocemos los riesgos no podemos saber cual es esta. Es por ello que es imprescindible conocer los riesgos inherentes que conlleva cada uno de los escenarios, si se pretende

aumentar el nivel de seguridad pasiva de la operación de carga y descarga de sólidos en Contenedores Flexibles en zonas ATEX. En este sentido nuestra conclusión es que el Contenedor Flexible más seguro de los tratados es el tipo C.

[1] Glor, M. "Discharges and Hazards Associated with the Handling of Powders", *inst. Phys. Conf. Ser. No. 85, Section 3, Oxford (1987)*

[2] L. Britton. *Process Safety Progress*, Vol. 12. No. 4 October (1993), AIChE, Union Carbide Corp.

[3] CEI 61340-4-4 Ed. 1.0 – *Standard test methods for specific applications – Electrostatic classification of flexible intermediate bulk containers (FIBC)*, 2005

[4] *Swiss Institute of Safety and Security*, 2004.

[5] *Electrostatic Ignition Hazards from Flexible Intermediate Bulk Containers (FIBC's)*, G. Hearn